

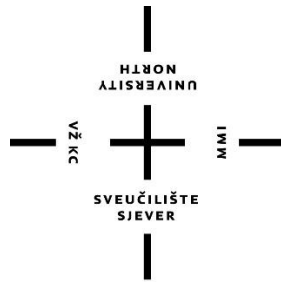
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 245/PP/2018

Unapređenje funkcionalnosti mehanizma za dizanje kreveta

Anđelko Kanešić, 1996/336

Varaždin, lipanj 2018. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 245/PS/2018

Unapređenje funkcionalnosti mehanizma za dizanje kreveta

Student

Andelko Kanešić, 1996/336

Mentor

Predrag Ćosić, prof. dr.sc.

Varaždin, lipanj 2018. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-------------|--|--------------|-------------------------------|
| ODJEL | Odjel za proizvodno strojarstvo | | |
| MENTOR | Andelko Kanešić | MATIČN. BROJ | 1996/336 |
| MA. UM. | 10.05.2018. | KOLLOVIJ | Tehnoška priprema proizvodnje |
| NASLOV RADA | UNAPREĐENJE FUNKCIONALNOSTI MEHANIZMA ZA DIZANJE KREVE I A | | |

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU FUNCTIONALITY IMPROVEMENT OF BED BREEDING MECHANISM

| | | | |
|----------------------|--|--------|------------------------------------|
| MENTOR | Predrag Čosić | ZVANJE | redoviti profesor u trajnom zvanju |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. Prof.dr.sc. Živko Kondić | | |
| | 2. Prof.dr.sc. Predrag Čosić | | |
| | 3. Veljko Kondić, mag.ing.mech., predavač | | |
| | 4. Marko Horvat, dipl.ing.stroj., predavač | | |
| | 5. | | |

Zadatak završnog rada

| | |
|------|---|
| BROJ | 245/PSI/2018 |
| OPIS | U radu dani prijedlog unapređenja funkcionalnosti mehanizma za dizanje kreveta. Unapređenjem razraditi zbijajući uobičajeni redoslijed aktivnosti u realnoj proizvodnji: 1. dati prijedlog projekta razvoja i izrade unapređenja mehanizma 2. definirati planirani početak projekta, aktivnost, međusobni odnos aktivnosti, planirana trajanja aktivnosti, uska gila, resurse, završetak projekta 3. uz ergonomski pristup razvoja konstrukcije, unaprijediti završljeni mehanizam 4. definirati godišnju ukupnu količinu mehanizama te isporuku mjesečnu/četvrtalnu/godišnju 5. definirati tehnološki proces izrade cjelokupnog proizvoda po dijelovima mehanizma: materijal, primarni proces, odabir tehnologija, odabir procesa, odabir alata/stroja, alata i naprava, perimetre obrade, redoslijed operacija, proračun vremena i troška izrade 6. Razmotriti moguć nastavak rada konstantom MKE, optimiranjem mehanizma razmatranjem više varijanti mehanizma konstanti višekriterijalnog optimiranja 7. dati zaključak i korištenu literaturu |

ZADATAK UPUĆEN

11.06.2018.



Sažetak

U ovom završnom radu prikazano je poboljšanje mehanizma za podizanje kreveta u funkcionalnom, ergonomskom i konstrukcijskom smislu. Cilj poboljšanja bio je napraviti mehanizam sa dodatnom funkcijom, uz minimalne konstrukcijske izmjene i dodavanje novih elemenata, korištenjem postojećih alata i naprava.

Promjene u konstrukciji nastale su analizom postojećih mehanizama na tržištu, njihovim vrednovanjem, usporedbom dobrih i loših svojstava mehanizama. Na taj način došlo se do optimalne konstrukcije. Mehanizam je nadalje razvijan sa stanovišta ergonomije i bio-mehanike radi optimiranja radnog mjesta rukovatelja mehanizmom (krevetom).

Tehnološka razrada bazirana je na postojećim alatima i napravama, a sve u cilju smanjenja troškova. Za cijeli mehanizam koriste se postojeći alati, osim za gornji kutnik na čijem je alatu potrebna minimalna dorada i donji kutnik za koji trebamo novi alat.

Tehnološke liste napravljene su za konkretnu proizvodnju, na konkretnim strojevima, sa stvarnim, izmjerenim, vremenima izrade. Tehnološki podaci rezultat su 30-godišnjeg praćenja proizvodnje i stvaranja baze podataka i znanja.

Konačna prodajna cijena ovog mehanizma, u usporedbi sa cijenama postojećih sličnih mehanizmima, daje nam nadu da bi ovakav mehanizam bio vrlo zanimljiv na tržištu.

Ključne riječi : mehanizam, funkcionalnost, ergonomija, krevet, podnica, podizanje kreveta, horizontalno podizanje, štančanje, zakivanje

Abstract

In this final paper, an improvement of the mechanism for raising of beds in functional, ergonomic and constructive sense is shown. The goal of the improvement was to create a mechanism with additional function, with minimal design changes and adding new elements, using existing tools and jigs. The changes in the construction were based on the analysis of existing mechanisms in the market, their evaluation, the comparison of their good and bad properties. In this way, an optimal design was achieved. The mechanism is further developed from the point of view of ergonomics and biomechanics to optimize the workplace of the operator of the mechanism (i.e., bed). Technological development is based on existing tools and jigs, all in order to reduce costs. For the whole mechanism, we use the existing tools, except for the upper corner for which the tool requires minimal reworking and the bottom corner for which we need a new tool. Process documentation is made for actual production, on present machines, with real, measured times. Technological data is the result of a 30-year tracking of production and the creation of a data and knowledge base. The final sales price of this mechanism, in comparison with the prices of existing similar mechanisms, gives us hope that such a mechanism would be very interesting for the market.

Keywords: mechanism, functionality, ergonomics, bed, floor, lifting ,beds, horizontal lifting, punching, riveting

Predgovor

Razvoj tehnike i tehnologija kao posljedicu ima, između ostalog, i povećane zahtjeve na kvalitetu sistema za spavanje i odmaranje. Naime, povećani zahtjevi za povećanje koncentracije, efikasnosti i produktivnosti te zahtjevi slobodnog vremena zaposlenika ogledaju se i na kvaliteti sustava za odmaranje i spavanje. To su u prvom redu kreveti , sofe , fotelje i ležajevi.

U krevetu se provede minimalno $\frac{1}{3}$ života i ta činjenica nas navodi da razvojem i unapređenjem konstrukcije kreveta poboljšamo kvalitetu sna, a samim time i ukupnu kvalitetu života.

Popis korištenih kratica

| | |
|------------|---|
| MKE | Metoda konačnih elemenata |
| CAD | Computer Aided Design – konstruiranje pomoću računala |
| OMD | Obrada metala deformiranjem |
| OOČ | Obrada odvajanjem čestica |

Popis korištenih oznaka

| | |
|------------|---|
| σ_x | Normalno naprezanje [MPa] |
| F_y | Sila u smjeru osi y [N] |
| F_z | Sila u smjeru osi z [N] |
| $\sum F_y$ | Suma svih sila u smjeru osi y [N] |
| $\sum F_z$ | Suma svih sila u smjeru osi z [N] |
| M_z | Moment u smjeru osi z [Nm] |
| M_y | Moment u smjeru osi y [Nm] |
| $\sum M_z$ | Suma svih momenata u smjeru osi z [Nm] |
| $\sum M_y$ | Suma svih momenata u smjeru osi y [Nm] |
| I_x | Aksijalni moment inercije presjeka oko osi x [m ⁴] |
| I_y | Aksijalni moment inercije presjeka oko osi y [m ⁴] |
| I_{xy} | Centrifugalni moment inercije presjeka oko osi xy [m ⁴] |

Sadržaj

| | | |
|------|--|-----|
| 1. | Uvod..... | 6 |
| 2. | Prikaz postojećih mehanizma za podizanje kreveta..... | 12 |
| 2.1. | Osnove teorije mehanizama | 20 |
| 2.2. | Konstruktivski zahtjevi..... | 22 |
| 2.3. | Funkcionalni zahtjevi | 22 |
| 2.4. | Ergonomski zahtjevi..... | 23 |
| 2.5. | Prikaz ergonomskog pristupa kreiranju proizvoda/radnog mjesta | 24 |
| 3. | Prijedlog unapređenja već postojećeg mehanizma (kriteriji funkcionalnosti, zahtjevi čvrstoće, mehanike) | 28 |
| 3.1. | Potrebni proračuni veličina sila, raspodjele naprezanja | 33 |
| 3.2. | CAD crteži unaprijeđenog mehanizma, složeni i pojedinačne pozicije..... | 43 |
| 3.3. | Testiranje plinske opruge i zakovica | 48 |
| 4. | Unaprijediti zamišljeni mehanizam uz ergonomski razvoj konstrukcije | 51 |
| 5. | Definirati planiranu godišnju ukupnu količinu mehanizama te isporuku mjesečnu/kvartalnu/godišnju | 58 |
| 6. | Definiranje tehnološkog proces izrade cjelokupnog proizvoda po dijelovima mehanizma | 59 |
| 6.1. | Odabir primarnog procesa | 59 |
| 6.2. | Razrada tehnoloških lista | 61 |
| 6.3. | Izračun cijene koštanja i potrebnog vremena za izradu | 62 |
| 7. | Zaključak..... | 64 |
| 8. | Literatura..... | 66 |
| 9. | Prilozi..... | 70 |
| 9.1. | Prilog 1 Sastavni i radionički nacrti mehanizma..... | 71 |
| 9.2. | Prilog 2 Tehnološke liste za izradu mehanizma..... | 83 |
| 9.3. | Prilog 3 Slike i tabela ispitivanja plinske opruge 900 N Φ 22x385 mm..... | 92 |
| 9.4. | Prilog 4 Slike i tabele ispitivanja zakovica i zakovanih spojeva..... | 94 |
| 9.5. | Prilog 5 Strojevi potrebni za realizaciju mehanizma | 98 |
| 9.6. | Prilog 6 Dinamička analiza naprezanja i pomaka nosača (kutnik gornji)..... | 101 |

1. Uvod

Konstruktivski svaki krevet sastoji se od :

- Korpusa
- Podnice
- Madraca
- Mehanizma za podizanje podnice i madraca (kod starijih kreveta ga nema)

Stariji i jednostavniji tipovi kreveta napravljeni su kao fiksni te nemaju mehanizma za podizanje podnice i madraca.

Korištenjem mehanizma za podizanje podnice i madraca dobivamo (Slika 1.1.) :

- Korpus kreveta možemo koristiti kao spremište za posteljinu ili odjeću
- Mogućnost manipulacije sa madracom i podnicom
- Ergonomski oblikovani mehanizmi smanjuju radni napor i povećavaju produktivnost spremišta u hotelima, apartmanima i pansionima.

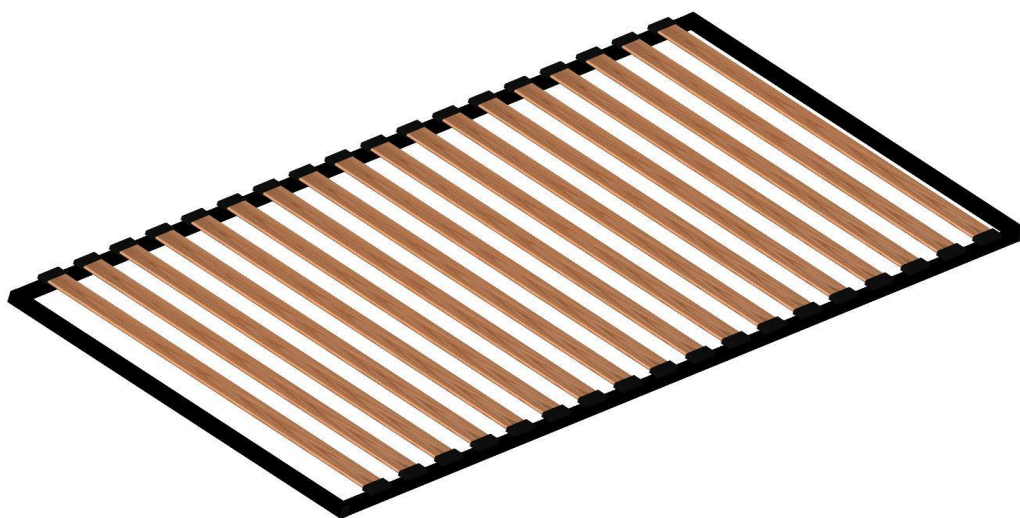


Slika 1.1. Primjer kreveta modernog dizajna sa mehanizmom za podizanje

Korpus kreveta može se izrađivati iz punog drveta , iverice i iverala , aluminijskih profila, čeličnih cijevi , kovanih željeznih elemenata... . Korpus ima funkciju da nosi cijelu konstrukciju kreveta, na njega se pričvršćuje podnica , sa ili bez mehanizma za podizanje. Krutost korpusa vrlo

je bitna je jer o njoj ovisi vijek trajanja kreveta i ugodnost spavanja. Kod smanjene krutosti pojavljuje se škripanje i «njihanje» cijelog kreveta, što donosi nelagodu spavaču, buđenje iz sna, te na kraju nervozu, neispavanost i nezadovoljstvo. Krutosti korpusa najviše doprinose dobro povezane bočne stranice i podna ploča koja ih učvršćuje i povezuje.

Podnice kreveta mogu biti samo naslagane drvene daske ili okviri sa elastičnim "lameliranim" letvicama (Slika 1.2.). Daske od punog drveta naslagane na korpus koristile su se do prije 30-40 godina, a u sve novije krevete ugrađuju se podnice koje su sastavljene iz okvira i elastičnih letvica.



Slika 1.2. Izgled podnice sa elastičnim letvicama dimenzija 900x2000 mm

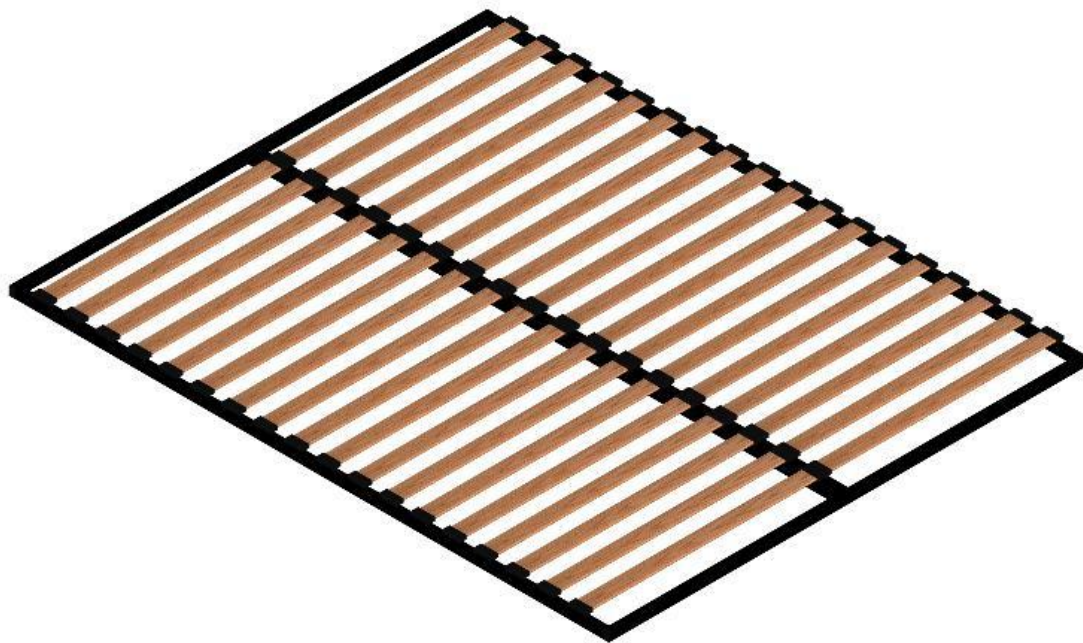
Okviri podnica mogu biti drveni ili čelični. Na okvire se pomoću polimernih «džepića» pričvršćuju lamelirane letvice (Slika 1.3.).



Slika 1.3. «džepići» za pričvršćenje elastičnih lameliranih letvica

Elastične letvice na podnicama doprinose većoj udobnosti i drže tijelo u optimalnom položaju kod spavanja.

Podnice mogu biti jednostruke i dvostruke, ovisno u veličini kreveta. Duple podnice koriste se za krevete širine od 1400 mm pa na više (Slika 1.4).

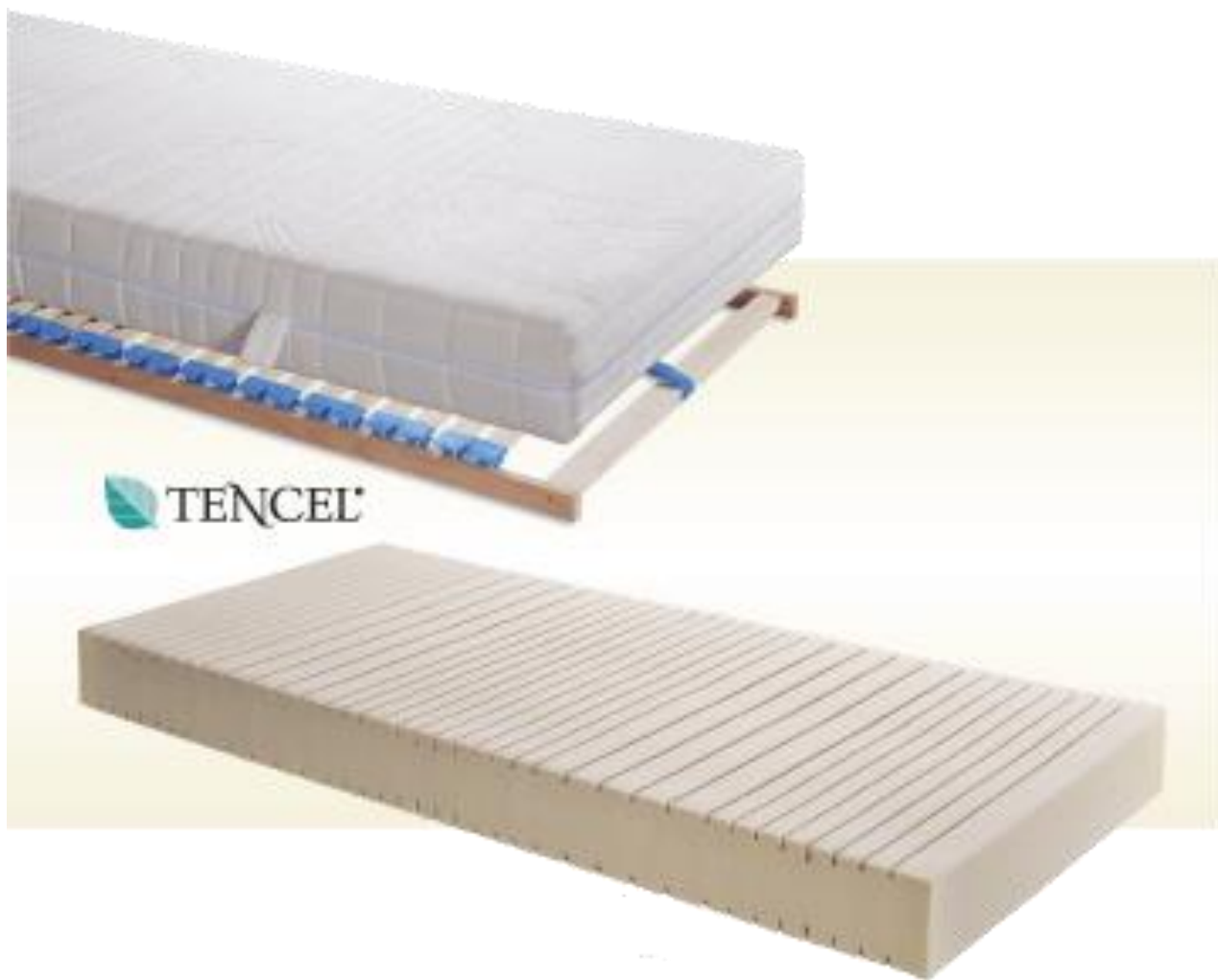


Slika 1.4. Dvostruka podnica sa elastičnim letvicama 50x8 mm

Madraca u današnje vrijeme ima jako puno vrsta. Osnovna podjela je na madrace sa oprugama, madrace napravljene od spužve i njihove kombinacije (Slika 1.5.), (Slika 1.6).



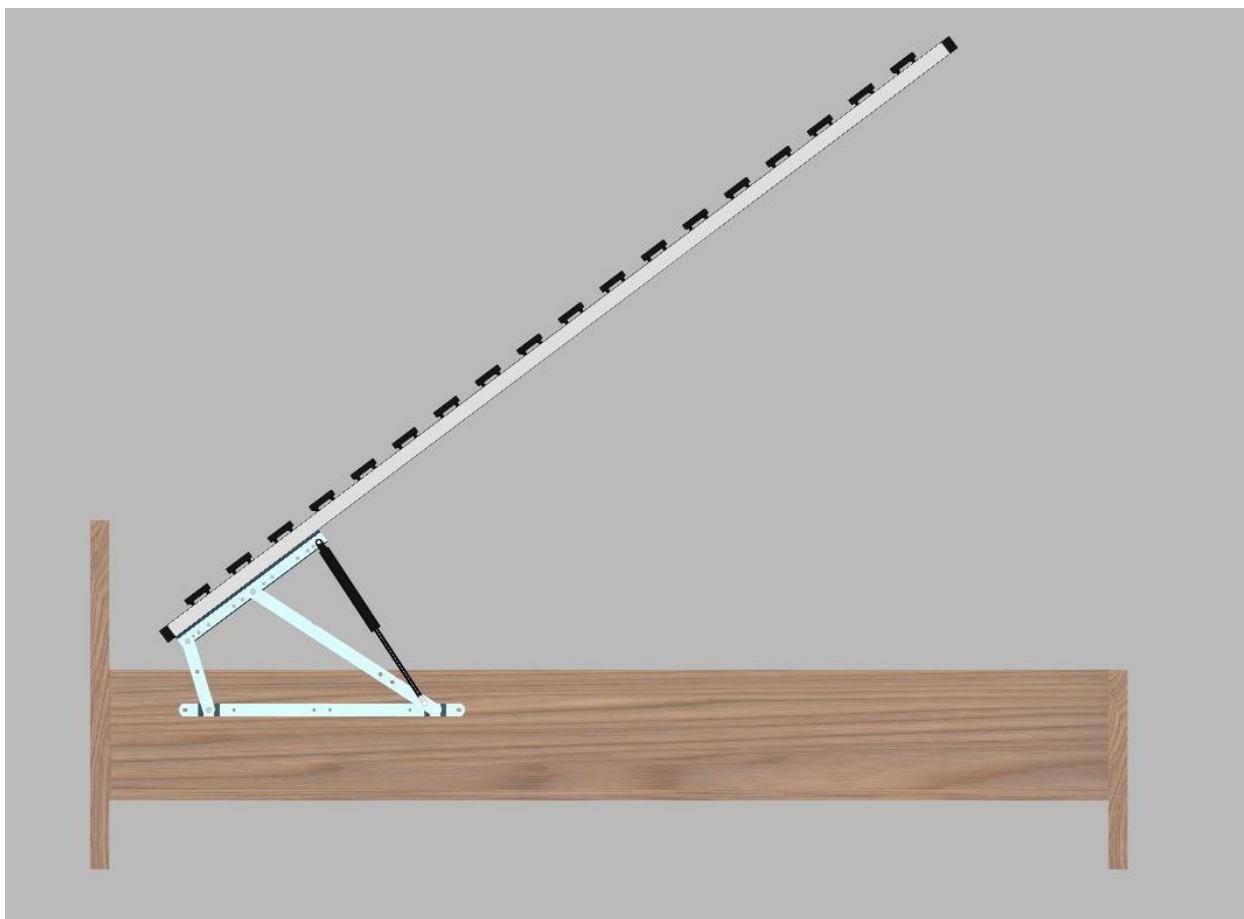
Slika 1.5. Presjek madraca od „džepičaste“ opružne jezgre



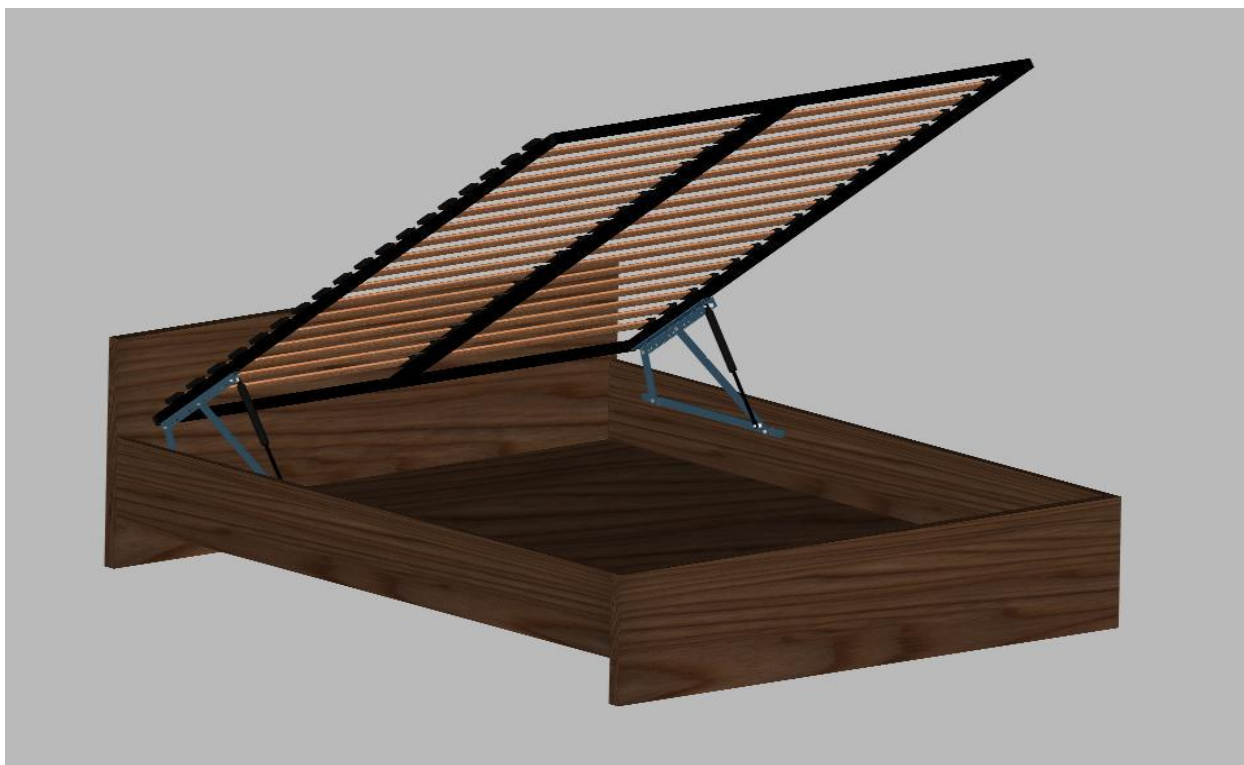
Slika 1.6. madrac napravljen od spužve

Osim standardnih madraca postoje i madraci posebnih izvedbi. Tu spadaju madraci za medicinske krevete, madraci za osobe veće tjelesne mase i madraci za dječje krevete. U madrace se mogu ugrađivati raznorazni materijali koji zadovoljavaju povećane zahtjeve za ugodnošću. Pa mogu se naručiti madrace koji su antialergijski, sa povećanim anatomske karakteristikama za ljude koji imaju problema sa kralježnicom, sa ugrađenim masažerima tako da krevet nije samo prostor za spavanje nego i opuštanje i masažu. Ugradnjom „tencel“ navlaka za madrace, madrac postaje prozračniji i upija znoj i značajno doprinosi ugodnosti spavanja. Takve navlake lako se skidaju i perive su u stroju za pranje rublja. Na sebi imaju patentni zatvarač čijim otvaranjem navlaka se razdvoji na dva djela i vrlo lako skine sa madraca.

Mehanizmi za podizanje kreveta dizajnirani su na različite načine, no svi oni funkcioniraju na principu zglobnog četverokuta, mehanizma koji se sastoji od 4 člana, od kojih je jedan fiksni, jedan izvodi kružno kretanje, a dva člana izvode oscilatorno kretanje (Slika 1.7.).



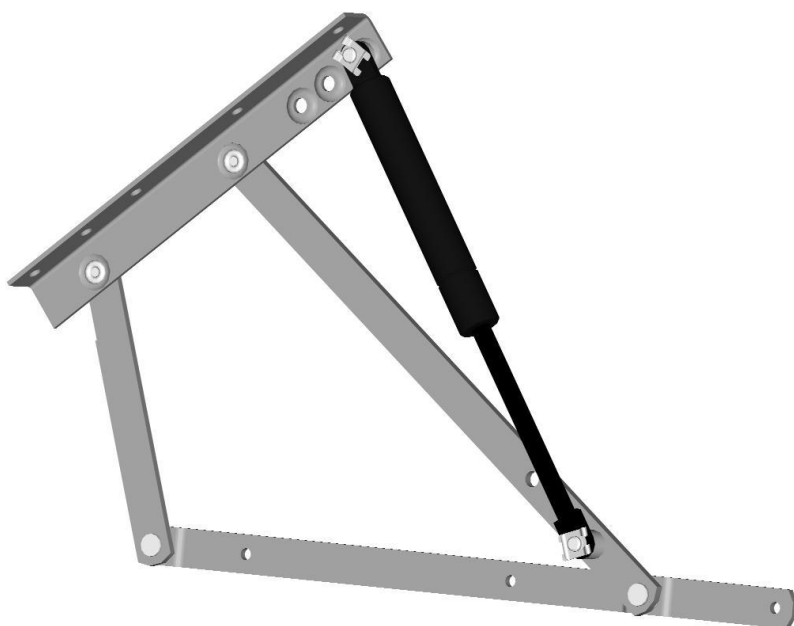
Slika 1.7. uzdužni presjek kreveta sa ugrađenim mehanizmom za podizanje i podnicom



Slika 1.8. francuski ležaj sa dvostrukom podnicom i mehanizmom za podizanje

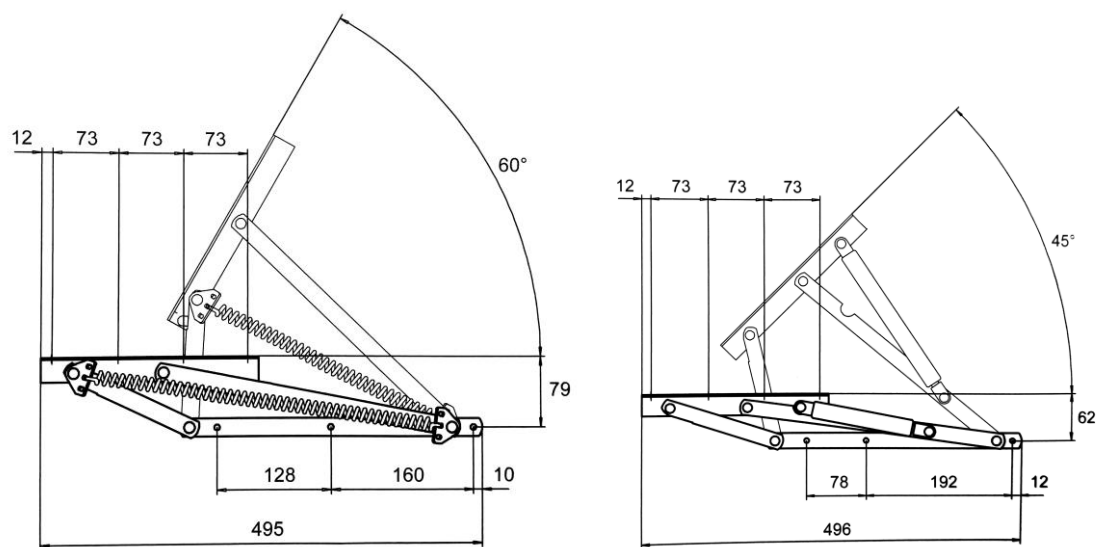


Slika 1.9. krevet sa poprečnim podizanjem i ugrađenim lift mehanizmom za podizanje

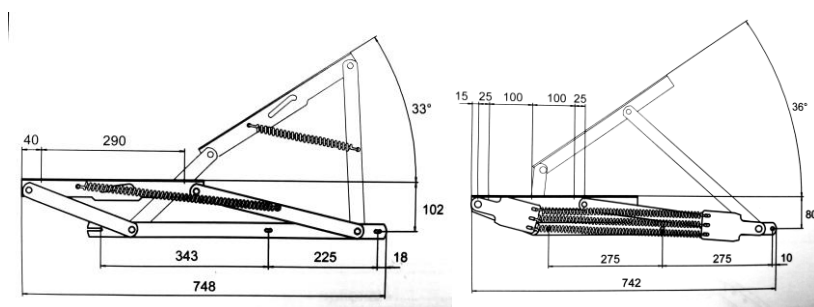


Slika 1.10. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip 17 C [6]

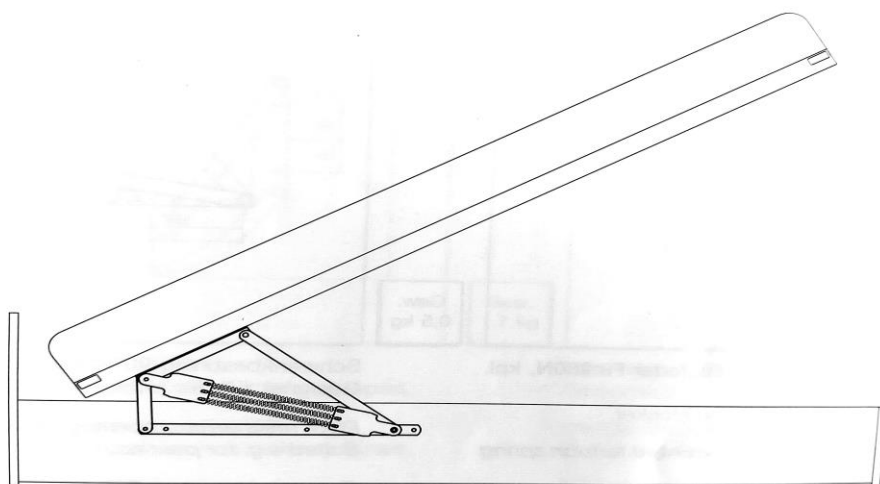
2. Prikaz postojećih mehanizma za podizanje kreveta



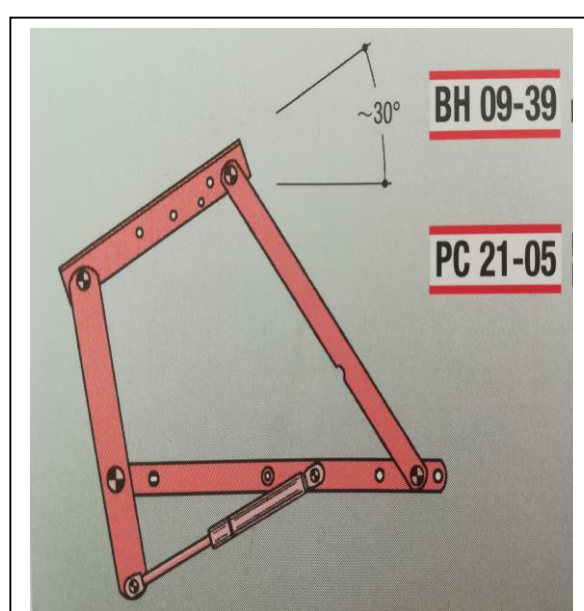
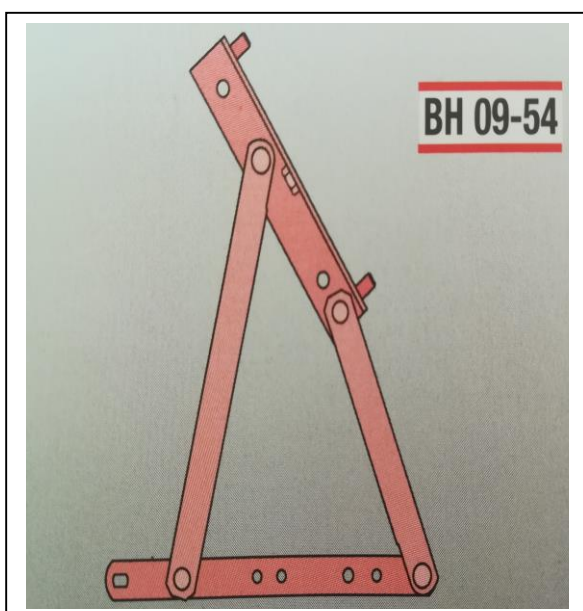
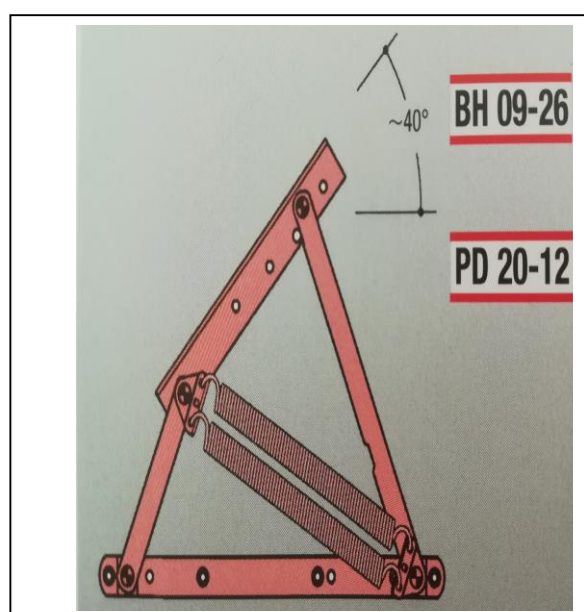
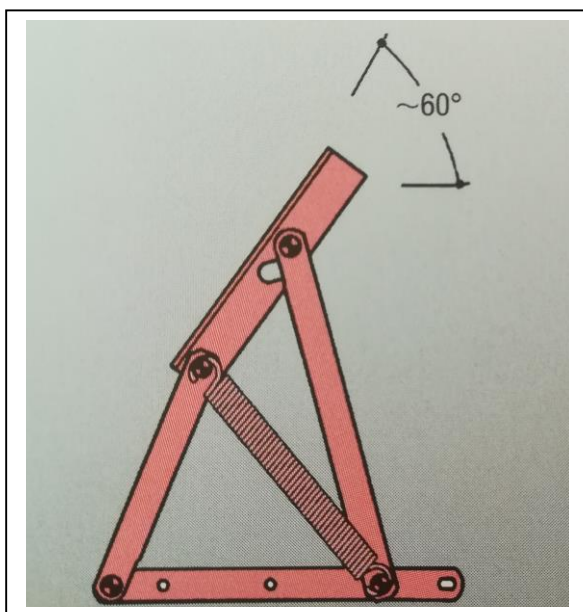
Slika 2.1. . Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip A [7]



Slika 2.2. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip B [8]

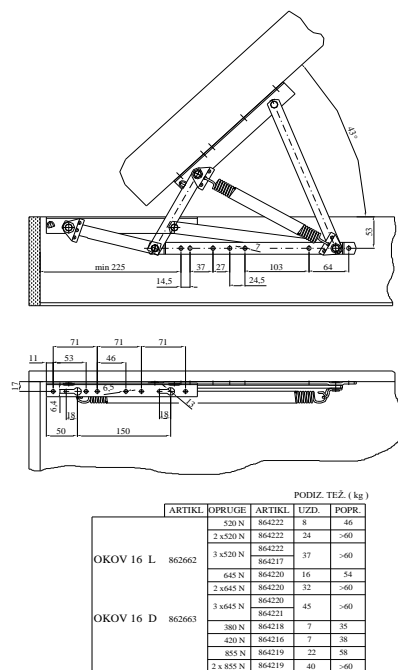


Slika 2.3. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip C [9]

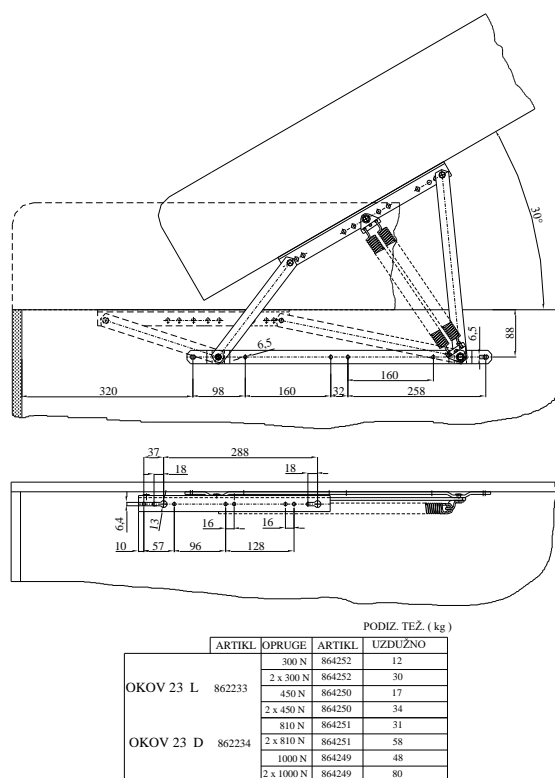


Slika 2.4. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip D [10]

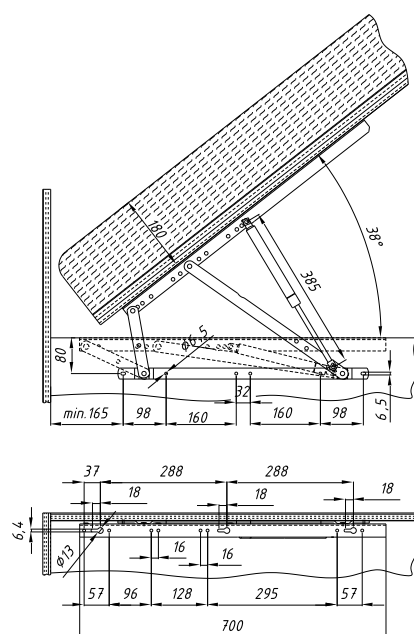
Na Slikama 2.1. do 2.8. dane su osnovne karakteristike mehanizama različitih proizvođača. Vidljivo je da su mehanizmi različitih proizvođača vrlo slični i razlikuju se u nijansama. Iz slika se vidi da su kutovi podizanja identični, a vrlo mala razlika je samo u dužini poluga i položaju provrta za montažu na osnovnoj poluzi. Također svaki proizvođač preporučuje svoje opruge, klasične (namotane od opružne žice) ili plinske opruge. Na Slika 2.5., 2.6. i 2.7. dan je prikaz položaja opruga na mehanizmima kada se koriste klasične opruge i kada se koriste plinske opruge.



Slika 2.5. Mehanizam za bočno i uzdužno podizanje kreveta [6]



Slika 2.6. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta [6]



| | | PODIZ. TEŽ. (kg) | |
|--------------------------|--------------------|--------------------|----------|
| ARTIKL | GASSFEDER | ARTIKL | U ZDUŽNO |
| OKOV 26/BL LIFT L 862262 | Ø22 x 385 - 900 N | 864309 | 65 |
| | Ø22 x 385 - 1000 N | 864310 | 70 |
| OKOV 26/BL LIFT D 862263 | Ø22 x 385 - 1150 N | 864307 | 80 |

Slika 2.7. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta [6]



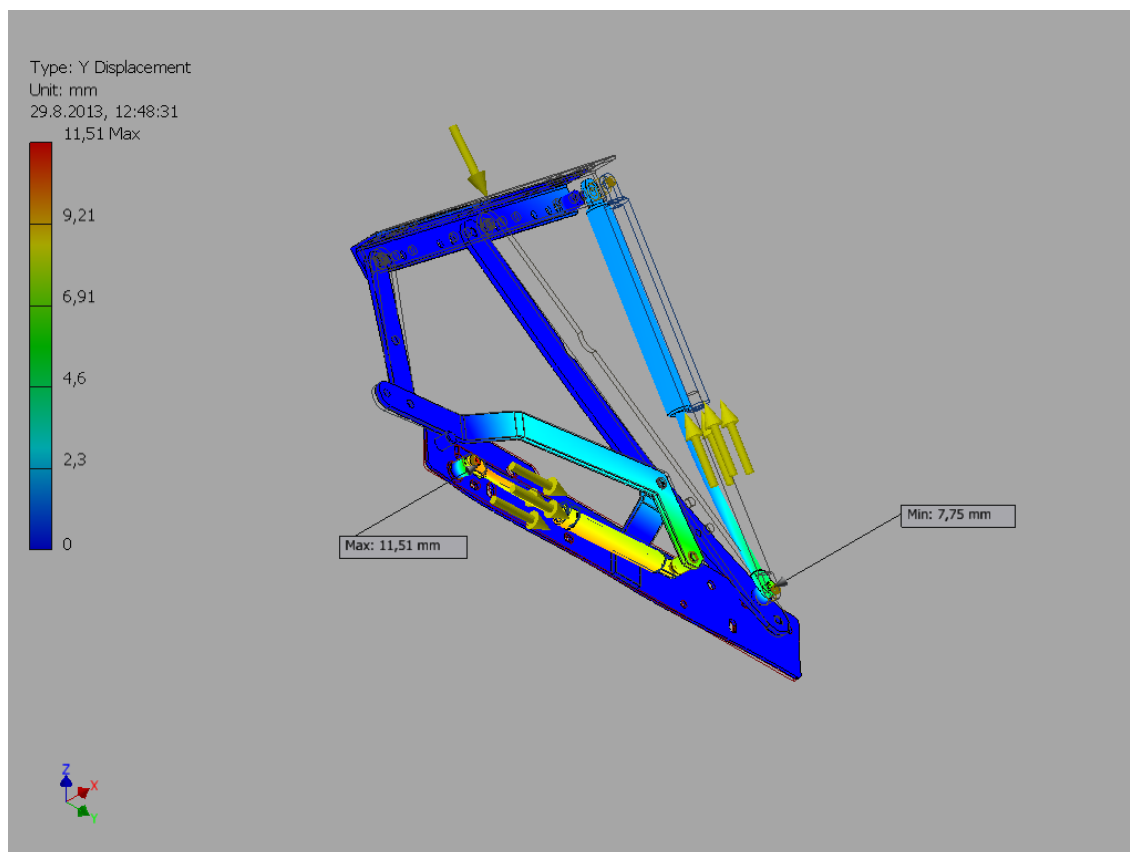
Slika 2.8. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta 26 B lift [6]



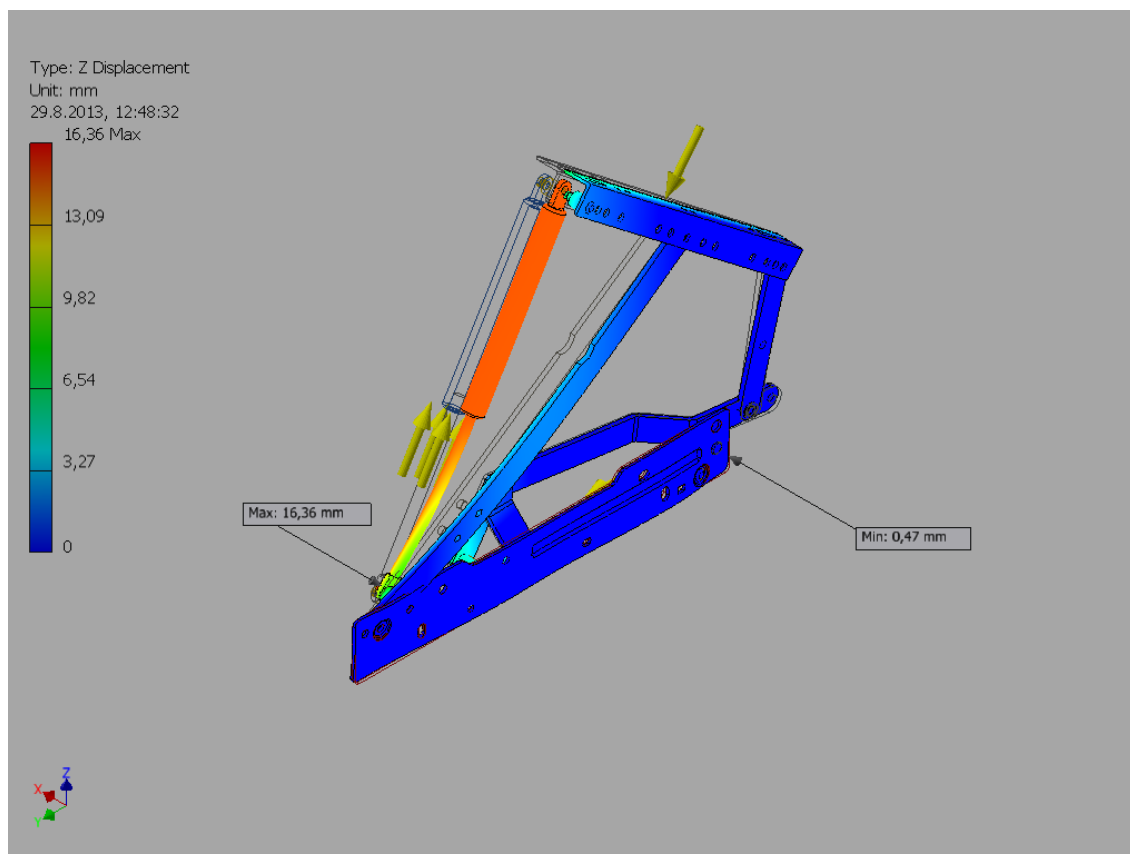
Slika 2.9. Primjer mehanizam sa funkcijom „horizontalnog podizanja“ – stražnja strana



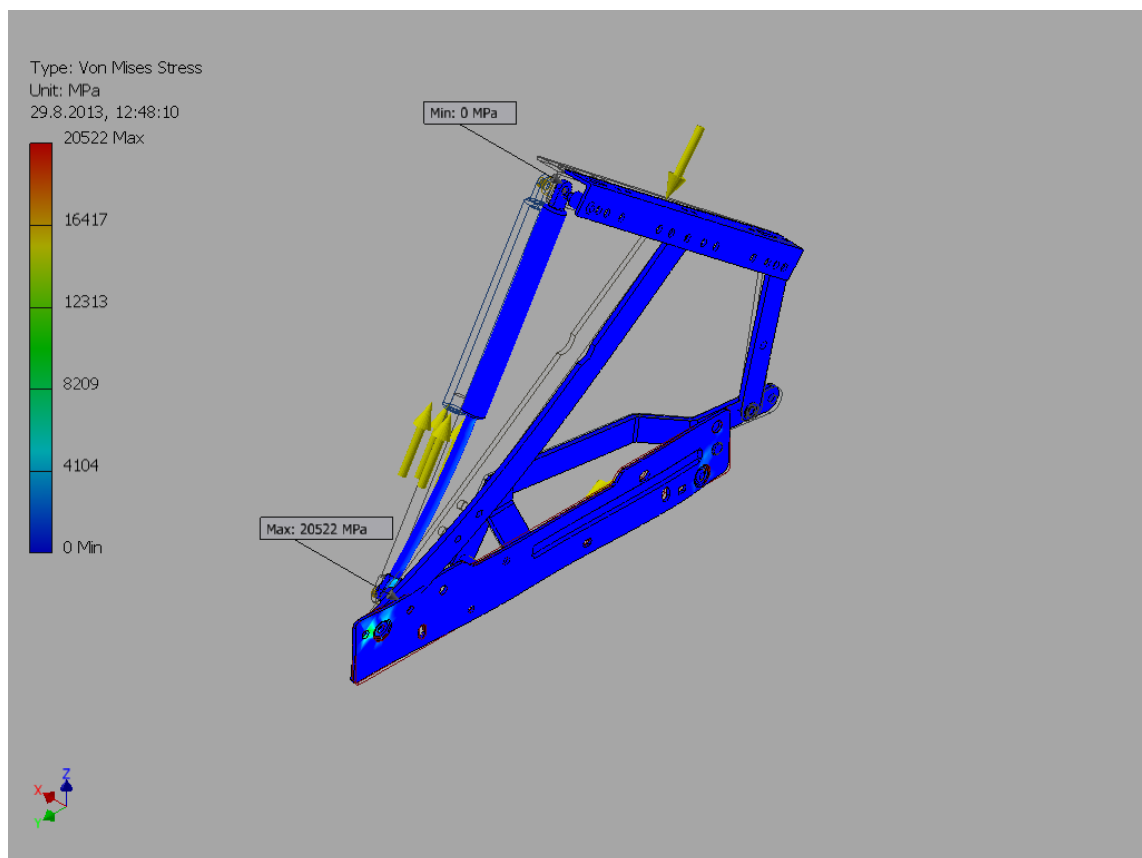
Slika 2.10. Primjer mehanizam sa funkcijom „horizontalnog podizanja“ - prednja strana



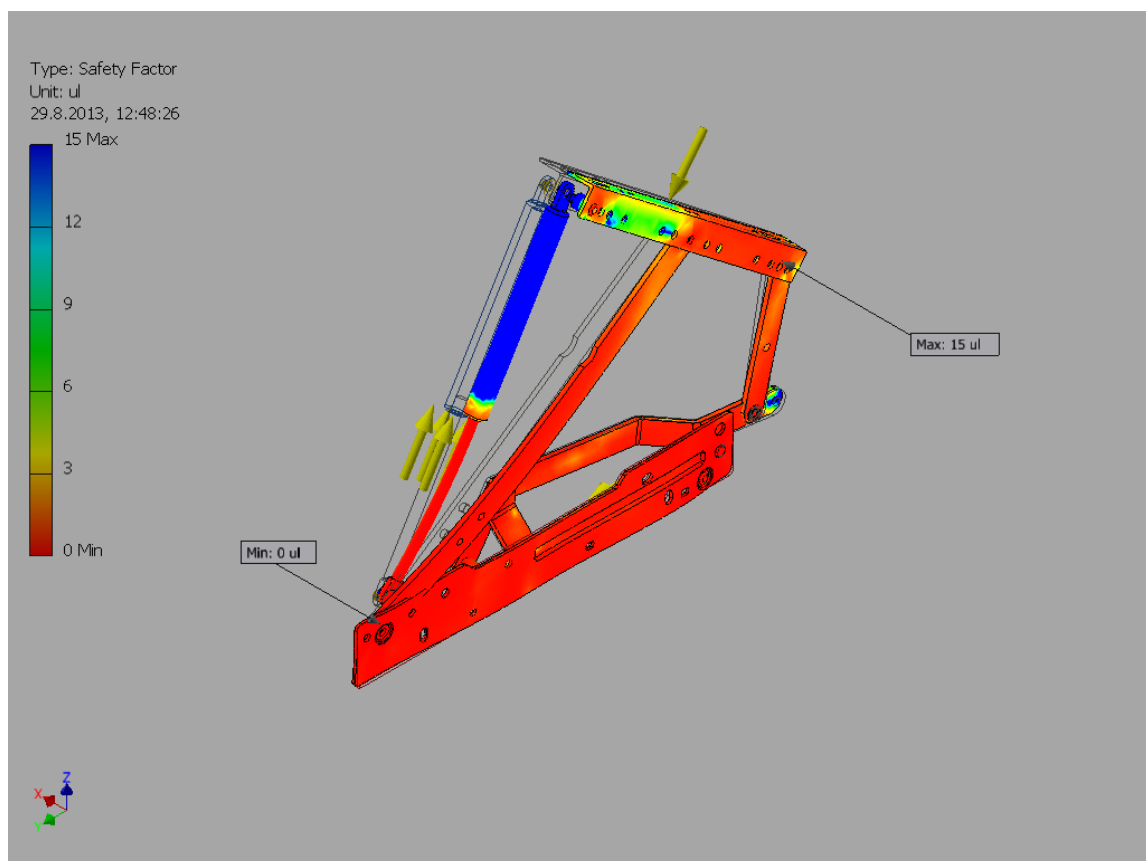
Slika 2.11. Pomaci u smjeru osi y



Slika 2.12. Pomaci u smjeru osi z



Slika 2.13. Raspored naprezanja po cijeloj konstrukciji mehanizma



Slika 2.14. Prikaz koeficijenta sigurnosti po cijeloj konstrukciji mehanizma

U poglavlju 2 dat je prikaz jednog malog dijela postojećih okova za dizanje kreveta. Odabrana su dva evropska proizvođača i distributera okova i jedan domaći. Iz slika se vidi jako velika sličnost svih okova. Oni se u suštini razlikuju samo u detaljima i djelomično u funkciji koju obnašaju (kutu podizanja, pomaku podnice i madraca). Akcenat ovog rada biti će stavljen na mehanizme koji za pomoć pri podizanju koriste plinske opruge. Prednost plinskih opruga je u tome da one mogu ostvarivati tlačnu silu, koju koristimo kod dizanja, a klasične opruge u tu svrhu mogu biti samo vlačne, uz drugačiju konstrukciju mehanizma, Slika 2.6. i Slika 2.7.

Na Slici 2.8. je prikazan mehanizam koji će poslužiti kao primjer razrade mogućeg poboljšanja uvođenjem još jedne funkcije mehanizma, takozvanog „horizontalnog podizanja“ ili „horizontalnog izravnjanja“. On je odabran jer ima univerzalnu primjenu na krevetima za uzdužno podizanje, bez obzira na težinu madraca i njegovu visinu, a po svojim dimenzijama vrlo je sličan srodnim mehanizmima različitih proizvođača.

Slike 2.9 do 2.14. daju prikaz mehanizma sa horizontalnim podizanjem koji će se koristiti za analizu konstrukcije i funkcionalnosti. Već na prvi pogled se vidi da je mehanizam kompliciraniji od osnovnog modela, koristi poluge savinute u „Z“ radi izbjegavanja kontakta sa plinskim cilindrom. Oslonac poluge koja zakreće mehanizam u položaj horizontalnog izravnjanja prostorno je izmješten, što za sobom povlači veće dimenzije, prvenstveno debljinu materijala, da bi mogao prenijeti potrebne sile.

Naprezanja na mjestu oslanjanja plinskog cilindra vrlo su velika, pa bez ugradnje kliznih ležaja mehanizam bi se brzo „raspao“. Takav zaključak podkrepljuje analiza naprezanja simulirana na mehanizmu pomoću MKE-a Slika 2.13.

Opterećenje nosača kojim se mehanizam pričvršćuje za podnicu kreveta je vrlo složeno. Da bismo ga smanjilo i pojednostavilo potrebno je napraviti proračun naprezanja u „L“ nosaču. L nosač opterećen koncentriranom silom koja ne djeluje u težištu presjeka izaziva takozvano "koso savijanje". Da bi se izbjeglo i uvijanje nosača mora se hvatište sile preseliti. To kod mehanizma na Slici 2.9 i 2.10. nije slučaj, a želi se svakako izbjeći kod poboljšanog mehanizma. Iz tog razloga primjenit će se sljedeće :

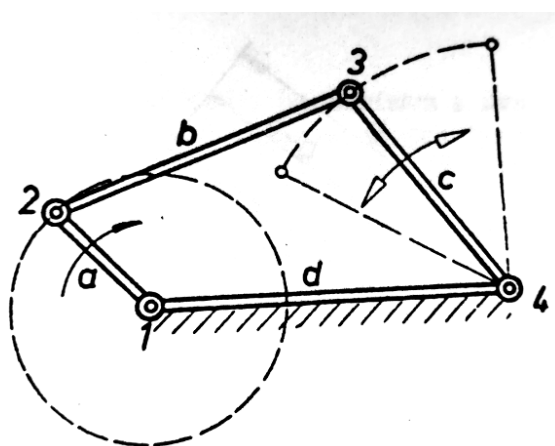
Opterećenje „L“ nosača, koncentrirana sila F ; ne prolazi kroz težište presjeka, to jest pravac sile F ne siječe uzdužnu os x . No, to ne znači da će konzola biti izložena uvijanju oko težišne osi. Naprotiv, upravo zato da konzola ne bi bila izložena uvijanju, sila F djeluje po pravcu koji prolazi kroz "takozvani centar uvijanja" ili "centar savijanja" koji se nalazi u sjecištu simetrala dvaju pravokutnika koji tvore poprečni presjek. Za "tankostijene" štapove pri savijanju neće se pojaviti i uvijanje jedino ako pravci djelovanja vanjskih sila (opterećenja i reakcije) prolaze kroz centar uvijanja (centar savijanja) poprečnog presjeka štapa.

Pomak opterećenja, koncentrirane sile, postići ću pomicanjem položaja pričvršćenja podnice za „L“ nosač , to jest pomicanjem vijaka za pričvršćenje ili po potrebi ugradnjom takozvanog "sinhronizatora" koji spaja dva mehanizma u par i oni tada sinkrono djeluju.

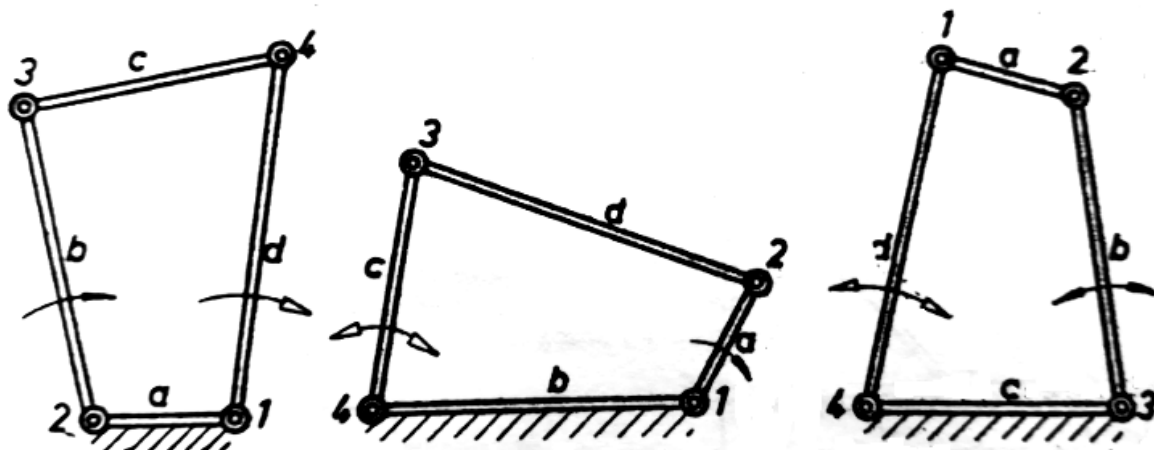
2.1. Osnove teorije mehanizama

Većina strojeva sastavljena je od najrazličitijih mehanizama, ali se svi oni mogu, u svojem prostijem obliku, svesti na Reuleaux-ov „četvero-zglobni lanac“ ili „zglobni četverokut“ [1]. To vrijedi ne samo za mehaničke i hidromehaničke mehanizme nego i za elektromehaničke i termomehaničke.

Zglobni četverokut osnovni je oblik, od kojega se polazi pri proučavanju mehanizma. To je zatvoreni četveročlani kinematički lanac kojega su članovi međusobno spojeni s pomoću četiri rotoidna zglobova. Pod dužinom člana razumijeva se razmak između osi dvaju zglobova. Osi zglobova međusobno su paralelne. Opći oblik zglobnog četverokuta prikazan je na sl. 2.1.1., pri čemu su dužine članova među sobom različite. Vidi se , da je zglobni četverokut pravilno sastavljen kinematički lanac s određenim gibanjem njegovih članova. Zbog rotoidno zglobne veze mogu članovi vršiti samo uzajamna kružna gibanja, pri čemu svako gibanje jednog od njih izaziva promjenu položaja ostalih članova. Relativna gibanja pojedinih članova nemaju, međutim, nikakve praktične važnosti sve dok jedan od njih se ne učvrsti. Kad se to učini-dobiti će se mehanizam, pri čemu relativna gibanja pojedinih članova postaju za promatrača apsolutna. Budući da promatrani kinematički lanac ima četiri člana, dobiva se na taj način četiri mehanizma s djelomično različitim mogućnostima gibanja. Takav postupak pri transformaciji mehanizma zove se kinematičkom inverzijom [1].



Slika 2.1.1. Opći oblik zglobnog četverokuta [1]



Slika 2.1.2. Druga, prva i treća modifikacija zglobnog četverokuta [1]

Zglobni četverokut može biti mehanizam s *jednim rotirajućim i jednim oscilirajućim članom* (I modifikacija zglobnog četverokuta) ili *mehanizam s dva rotirajuća člana* (II modifikacija zglobnog četverokuta) ako zbroj najmanje (a) i najveće (d) dužine članova nije veći od zbroja dužina ostalih članova (b i c). Pri tome se dobiva mehanizam s dva rotirajuća člana, ako se učvrsti najkraći član (a) , a mehanizam s jednim rotirajućim i jednim oscilirajućim članom, ako se učini nepomičnim jedan od dva njemu priležeća člana (d i b).

U svim ostalim slučajevima nastaje mehanizam sa dva oscilirajuća člana.

Posljedica je , dale, svakog mijenjanja dužine članova, pri kojemu nije udovoljeno uvjetu $a + d < b + c$, da se član a ne može okretati, jer se pritom naglo mijenjaju kinematička svojstva mehanizma. To brzo reagiranje mehanizma i na najmanje promjene dužina članova zove se kinematičkom osjetljivošću mehanizma.

Najviše se primjenjuje I modifikacija, jer većina mehanizama dobiva pogon putem jedne osovine, pa je potreban najmanje jedan rotirajući član . Mehanizmi I modifikacije razlikuju se samo u tome, što je izmijenjeno gibanje oscilirajućeg člana, kao i brzine njegovih točaka, jer u tom slučaju zamijenjeni članovi (postolje i sprežni član) nemaju iste dužine kao na Slici 2.1.1.

Nove transformacije zglobnog četverokuta možemo izvesti, ako se promijeni dužine njegovih članova tako, da po dva člana imaju jednake dužine. To su tzv. "specijalni slučajevi zglobnog četverokuta". Ako je $a = b$ i $c = d$ i učvrsti se jedan od dužih članova, dobiva se istokraki jednokoljenasti mehanizam. Učvrsti li se pak koji od kraćih članova, nastat će istokraki dvokoljenasti mehanizam. [1]

2.2. Konstrukcijski zahtjevi

- Čvrstoća i nosivost
- Kinematika prema zadanim pozicijama mehanizma
- Postojanost i trajnost
- Sigurnost u fazi rukovanja i eksploatacije
- Laka i jednostavna montaža
- Mogućnost ugradnje različitih plinskih opruga različitih proizvođača

Konstrukcijski zahtjevi na ovakav mehanizam u pogledu čvrstoće i nosivosti vrlo su složeni. Kod gornjeg nosača mehanizma, koji je u pravilu tankostijeni raznostraničan „L“ profil, javlja se koso savijanje i uvijanje. Takva kombinacija naprezanja trebala bi se izbjegavati jer u protivnom naš tankostijeni nosač neće imati baš malu debljinu.

Kinematika mehanizma mora biti takva da zadovoljava točnost pozicioniranja najmanje u dva položaja, zatvorenom i otvorenom. U zatvorenom položaju podnica mora ležati cijelom svojom dužinom i širinom na korpusu kreveta, a u otvorenom položaju mora biti podignuta za definirani kut.

Za mehanizme ovakvog tipa minimalni broj podizanja i spuštanja je 10000. Na toliki broj ciklusa se i testiraju .

Velika pažnja kod konstrukcije mora se posvetiti tome da se ne može ništa dogoditi rukovatelju ako skine npr. madrac sa kreveta. Ako se skine madrac sa kreveta, a na podnicu i sanduk su montirani mehanizmi s plinskim oprugama, velika je opasnost da prilikom podizanja kreveta , podnica udari rukovatelja u bradu ili zube jer sila plinskih opruga nema protutežu.

Montaža mehanizama treba se moći raditi i prema unaprijed izbušenim provrtima za montažu na sanduku i podnici, i prema pojedinačnom bušenju i uvrtnju vijaka. U oba slučaja vrlo je bitno da mehanizmi budu montirani na istoj visini i paralelni Slika 1.8. i Slika 1.9. . Iz tog razloga mehanizam se mora isporučivati sa uputom za montažu.

Budući da nema proizvođača koji rade mehanizme i plinske opruge, potrebno je konstrukciju mehanizma standardizirati na što je veći broj proizvođača, sa što standardnijim silama, promjerima i duljinama plinskih opruga.

2.3. Funkcionalni zahtjevi

- Ispunjavanje traženih funkcija i kinematike
- Lako i jednostavno rukovanje
- Sigurnost pri rukovanju

- Mogućnost regulacije potrebne sile za dizanje
- Mogućnost regulacije potrebne sile za dizanje u horizontalni položaj

Funkcionalnim zahtjevima se definiramo kakav nam mehanizam zapravo treba. Definiranjem funkcija koje mehanizam treba ispunjavati i kinematike po kojoj će se kretati, odredili smo osnovu za konstruiranje mehanizma.

Za svaki mehanizam kojim se upravlja ručno, važno je da za njegovo pokretanje treba upotrijebiti minimalnu silu. Uz to, ona ne smije biti premala kao ni da se mehanizam kreće bez kontrole. Na mehanizmu treba postojati mogućnost regulacije potrebne sile za dizanje i dizanje u horizontalni položaj. Regulaciju sile podizanja može se izvesti korištenjem plinskih opruga, koje se mogu odabrati prema potrebnoj sili. Plinske opruge su standardizirane po promjerima, duljini i sili i mora se pripaziti kod odabira. Svaki proizvođač plinskih opruga ima svoje standarde što uvelike komplicira odabir.

Za dizanje u horizontalni položaj kretanje mora biti još ujednačenije i balans je od presudnog značaja. Budući da je masa madraca reda veličine 60 kg i više, treba kod konstrukcije uzimati u obzir sile koje nastaju od kretanja masa.

2.4. Ergonomski zahtjevi

- Visinu horizontalnog podizanja podesiti na 900-950 mm od poda
- Sila podizanja ne smije biti veća od 100 N (10 kg)
- Sila za horizontalno izravnavanje ne smije biti veća od 80 N (8 kg)
- Kut dizanja podesiti tako da nije potrebno dodatno saginjanje kod umetanja stvari u sanduk kreveta

Ergonomski zahtjevi [2] mogu se podijeliti na zahtjeve koji proizlaze od privatnih korisnika i korisnika kojima je podizanje, spremanje i čišćenje kreveta posao. Tada je krevet dio radne sredine i cilj je da se spremačicama olakša i pojednostavi posao.

Da bi se zamor sveo na minimalnu moguću mjeru, silu kojom se krevet podiže treba ograničiti na 100 N (10 kg). Do tog podatka došlo se biomehaničkim istraživanjima. Više o tome biti će riječi u poglavlju 4. [4]

Isto tako istraživanjem i pokusima došlo se do podataka koja je optimalna visina radne plohe na kojoj se radi u stojećem stavu. Ona je različita za žene i muškarce, pa iz razloga što su u većini slučajeva žene spremačice, njima se prilagođava visina radne plohe.

Kut nagiba dizanja kreveta treba se također prilagoditi osobama koje rukuju s njime. Prosječna visina žena manja je nego kod muškaraca i kut nagiba kreveta trebao bi se kretati u granicama od

35 do 40 stupnjeva. Takvim odabirom nagiba olakšava se pristup sanduku kreveta koji može služiti kao spremište za posteljinu, rublje ili za druge razno razne stvari.

2.5. Prikaz ergonomskeg pristupa kreiranju proizvoda/radnog mjesta

Da bi se pravilno ergonomskei kreiralo naš mehanizam, a samim tim i radno mjesto spremačice koja će na tom mjestu raditi, moramo se pridržavati pravila koja su proizašla iz mnogih mjerenja i istraživanja na polju biomehanike [2].

Da bi se lakše primijenio ergonomskei pristup kreiranju proizvoda, primijenit će se naredna pravila za organizaciju rada. [2]

Sedam savjeta za organizaciju rada

1. Izbjegavati sagibanje ili neprirodan stav tijela pri radu
2. Izbjegavati zadržavanje ispružene ruke prema naprijed ili na stranu;
brzo umaranje, smanjena preciznost
3. Raditi sjedeći ako je moguće (poželjnije izbor sjedeći ili stojeći)
4. Pokreti ruku trebaju biti suprotni jedni drugima ili simetrični jedni u odnosu na druge
5. Radna površina treba biti locirana da se nalazi na najprimjerenijoj udaljenosti od očiju radnika
6. Rukohvat upravljačke poluge, alati i materijali tako postavljeni, najčešći pokreti izvode se s rukama uz tijelo i savijenim u laktu (25-50 cm od očiju, laktima uz tijelo, pod pravim kutom)
7. Pokreti i rad se olakšavaju, korištenjem oslonaca za lakte, podlaktice, ruke.

Primijenit će se i naredne preporuke pri kreiranju proizvoda. [2]

Preporuke:

Ergonomske preporuke dimenzija radnih mjesta:

- antropometrijski podaci,
- ponašanje i navike radnika,
- specifični zahtjevi radnog mjesta
- Kompromisna rješenja – ponekad potpuno arbitarna, komisije: industrijalci, industrijska udruženja, sindikati, ergonomisti

1. Visina radne plohe

- visina radne plohe toliko visoka da pristaje dimenzijama radnika;
- preferirana visina radne površine za rad rukama u stojećem položaju : 50-100 mm

ispod razine lakta

- prosječna radna visina 970-1020 mm za zapadne muškarce, 900-950 mm za žene u stojećem položaju

2. Priroda posla

- Za precizan rad (crtanje) imati oslonac za lakte zbog smanjenja statičkog opterećenja na mišiće leđa;
- Povoljna radna visina 50-100 mm iznad razine lakta
- Fizički rad, potreban prostor za alat, materijal, visina 100 – 150 mm ispod razine lakta
- Rad s velikim naprezanjem, upotreba težine gornjeg dijela tijela (obrada drva, proizvodna traka), radna površina 150 – 400 mm od visine lakta

3. Povezanost između visine radne površine, načina sjedenja i bolova

Muskuloskeletni problemi:

1. 24% bolova u vratu i ramenima (prevelika visina stola)
2. 29% bolova u koljenima i stopalima, niske osobe jer sjede na prednjem dijelu stolice kako bi noge doticale pod jer nemaju oslonac za stopala
3. Visina radnog stola 740mm – 780 mm – najprihvatljivije
4. Bez obzira na tjelesnu visinu, većina preferira sjedalo 270 mm – 300 mm
Ispod radne površine; prirodan položaj gornjeg dijela tijela
5. Pojava bolova u leđima (57%) i učestalo korištenje oslonca za leđa (42% vremena)
potreba povremenog odmaranja leđnih mišića
6. Radna površina previsoka: veliko statično naprezanje – podizanje ramena ili podizanjem nadlaktice.



Slika 2.5.1 Pravilno podizanje i prenošenje tereta [2]

Praktični savjeti za dizanje tereta, primijenjen za posao spremačice:

1. Uhvatiti teret i podići ga držeći leđa ravno, koljena savijena!
2. Prinesi teret što je moguće bliže tijelu, da bude među koljenima uz stabilan oslonac za stopala
3. Držanje tereta nije niže od visine koljena. Može se jednostavno prenijeti do visine kukova ili lakata.
4. Ako teret nema ručke, zavezati ga konopcem umjesto ručki ili hvataljki.
5. Izbjegavati rotirajuće ili druge nespretno pokrete tijela tijekom podizanja/spuštanja terete

| Dohvatna udaljenost u terminima dužine ruke | 1/4 | 1/2 | 3/4 | 4/4 |
|---|-----|-----|-----|-----|
| uvjet | N | N | N | N |
| Stojeći | | | | |
| Dvoručno podizanje, frontalno | 350 | 250 | 150 | 100 |
| Jednoručno podizanje, frontalno | 300 | 220 | 140 | 100 |
| Jednoručno podizanje, bočno | 270 | 200 | 130 | 100 |
| Sjedeći | | | | |
| Dvoručno podizanje, frontalno | 270 | 170 | 120 | 110 |
| Jednoručno podizanje, frontalno | 350 | 220 | 140 | 100 |
| Jednoručno podizanje, bočno | 330 | 210 | 140 | 90 |

Slika 2.5.2. Tabelarni prikaz prenošenja tereta [2]

Poboljšanje radne efikasnosti

Maksimalna snaga u sjedećem stavu

1. šaka znatno jača okrenuta prema unutra (izravnata s podlakticom, 180 N) nego okrenuta prema vani (suprotno od podlaktice, 110 N)
2. snaga rotacije najveća - dohvat ruke 30 cm ispred tijela
3. ruka znatno jača kad vuče dolje (370 N), nego kad vuče prema gore (160 N)
4. ruka jača pri guranju (600 N), nego pri potezanju (360 N)
5. snaga guranja rukom maksimalna na udaljenosti 50 cm ispred tijela
6. snaga potezanja – maksimalna na dohvat od 70 cm

7. maksimalna snaga pri savijanju lakta u rasponu kutova $90^{\circ} - 120^{\circ}$

Maksimalna snaga u stojećem stavu (muškarci)

1. Rohmer (1966)- veća sila guranjem nego potezanjem
2. sile potezanja i guranja veće u vertikalnom položaju nego u horizontalnom
3. sile potezanja i guranja iste veličine bez obzira da li ruka sa strane ili prema naprijed
4. sila guranja u horizontalnoj ravnini : 160-170 N muškarci, 80-90 žene

| Položaj tijela /aktivnost | N |
|---|------|
| Uspravno stajanje | 860 |
| Polagani hod | 920 |
| Savijanje trupa u stranu za 20° | 1140 |
| Rotacija trupa za oko 45° | 1140 |
| Savijanje trupa prema naprijed za 30° | 1470 |
| Savijanje trupa prema naprijed za 30° , uz držanje tereta od 20 kg | 2400 |
| Uspravno stajanje držeći 20kg (po 10 kg u svakoj ruci) | 1220 |
| Podizanje 20 kg s ravnim leđima i svinutim koljenima | 2100 |
| Podizanje 20 kg s pognutim leđima i ravnim koljenima | 3270 |

Slika 2.5.3. Opterećenje diska između trećeg i četvrtog lumbalnog kralješka [2]

3. Prijedlog unapređenja već postojećeg mehanizma (kriteriji funkcionalnosti, zahtjevi čvrstoće, mehanike)

Cilj ovog rada je napraviti mehanizam za podizanje kreveta poput niže prikazanog na slici 3.1. , sa minimalnim ulaganjima u potrebne alate i naprave, da bi se mogla postići optimalna cijena mehanizma prihvatljiva širem tržištu , ne samo Hrvatske nego i Europske unije. Isto tako, maksimalno primijeniti navedena ergonomska načela.



Slika 3.1. Mehanizam kakav bi se želio napraviti

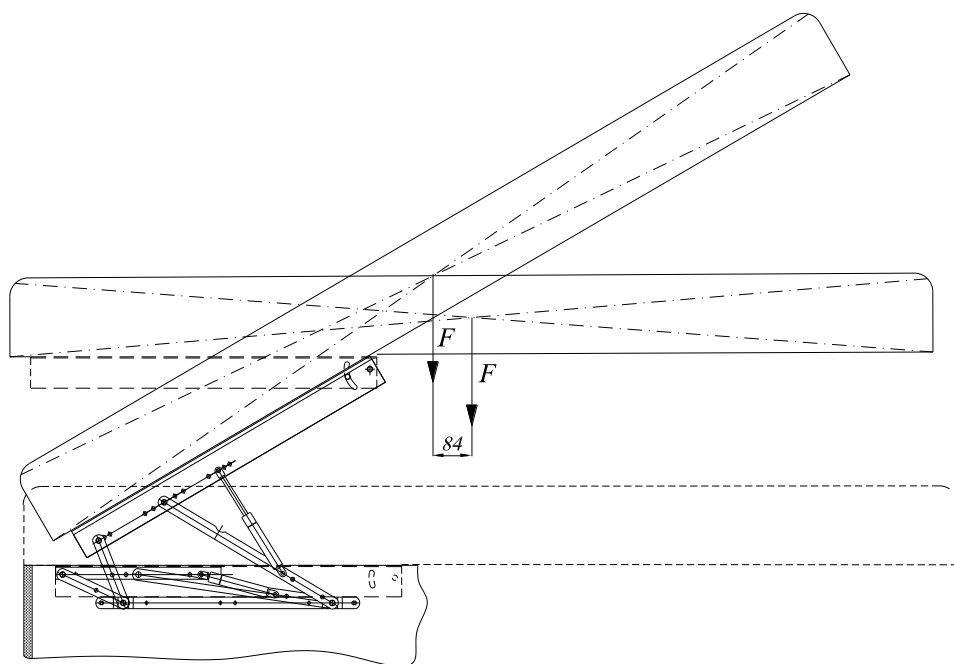
Kao polazna osnova za rad na poboljšanju poslužit će standardni mehanizam za podizanje, koji se može koristiti i za uzdužno i za poprečno podizanje. Zamišljeni sistem mora biti primjenjiv na sve standardne okove svih proizvođača. Uvođenjem nove funkcije „izravnivanja“ mehanizam postaje ergonomičniji, funkcionalniji, a samim tim može se postići i bolja prodajna cijena na tržištu, što je i krajnji cilj svake proizvodnje.

Promjenom gornjeg „L“ nosača mehanizma i ugradnjom oscilirajućeg nosača na postojeći mehanizam, mehanizmu se dodaje nova funkcija.

Zamišljeno je da nova funkcija mehanizma funkcionira na principu „klackalice“, Slika 3.2., tj. postavljanjem okretišta za izravnavanje madraca izvan njegovog težišta, što osigurava stajanje u horizontalnom položaju. Nesimetričnom raspodjelom težine madraca dobiva se da, ako se želi madrac staviti u podignuti položaj, mora se upotrijebiti minimalna sila za podizanje.

Ovakva „nadogradnja“ mehanizama isplativa je na grupama mehanizama, jer se ne rade novi mehanizmi nego samo njihova izmjena i nadogradnja. Mijenja se jedan član mehanizma od četiri i jedan se dodaje. To je vrlo bitno jer alati i naprave za 75% mehanizma ostaju nepromijenjeni, za jedan član se trebaju doraditi, a samo za jedan član treba novi alat. Time se potrebne investicije svelo na minimum, skratilo vrijeme za izradu alata i naprava za novi mehanizam za 75%.

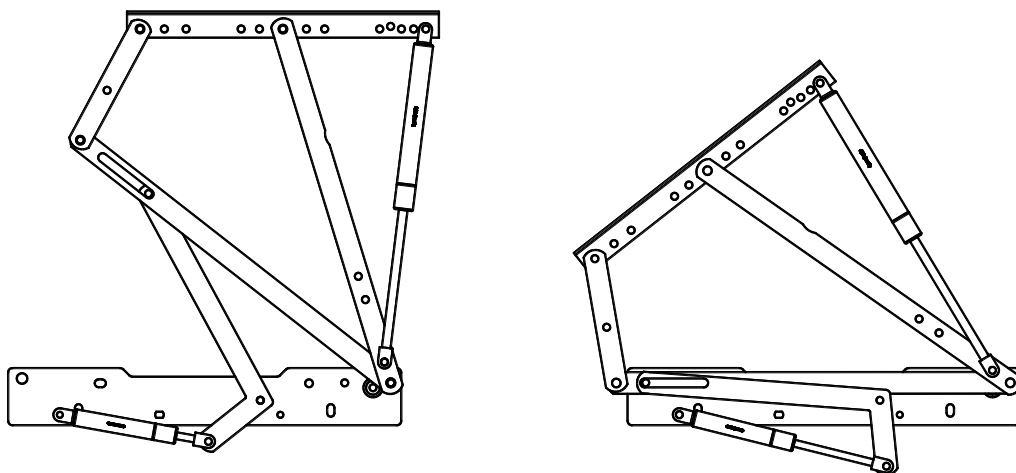
S takvim načinom dobiva se veliki manevarski prostor za kreiranje cijene novog mehanizma. Ako se pak takvim načinom kreira nova „familija“ od nekoliko mehanizama, konačni rezultat će biti višestruko bolji.



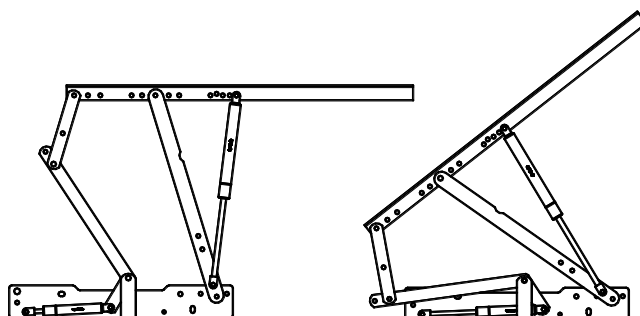
Slika 3.2. Prikaz kinematike i principa djelovanja poboljšanja mehanizma

Iz iskustva, najbolji put za realizaciju poboljšanja dobiva se sinergijom analize postojećih rješenja i popravljanjem nedostataka i dodavanjem novih funkcija standardnih mehanizama. Iz tog razloga će biti razrađene najmanje tri nove varijante poboljšanog mehanizma uz korištenje za analizu jednu varijantu postojećeg mehanizma.

Na Slikama 3.4 , 3.5 , i 3.6 su nove varijante poboljšanog mehanizma . Slika 3.5. prikazuje postojeći mehanizam. Svaka varijanta ima i svoje prednosti i nedostatke. Da bih mogao napraviti valjani odabir konačne varijante mehanizma potrebno je sve varijante vrednovati prema određenim kriterijima. Odabrana su 4 kriterija : konstrukcijski, funkcionalni , ergonomski i ekonomski. Bodovima od 1 do 10 bodovat će se varijante i odabrati onu koja dobije najviše bodova. Podatke će se prikazati tabelarno radi preglednosti i radi lakšeg odabira.



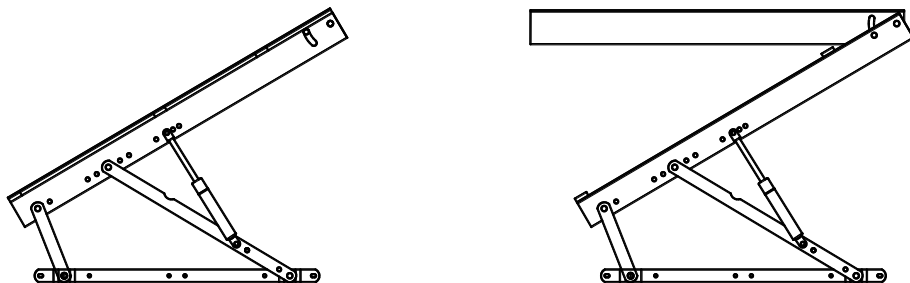
Slika 3.3. Varijanta 1 poboljšanog mehanizma



Slika 3.4. Varijanta 2 poboljšanog mehanizma



Slika 3.5. Varijanta 3 poboljšanog mehanizma

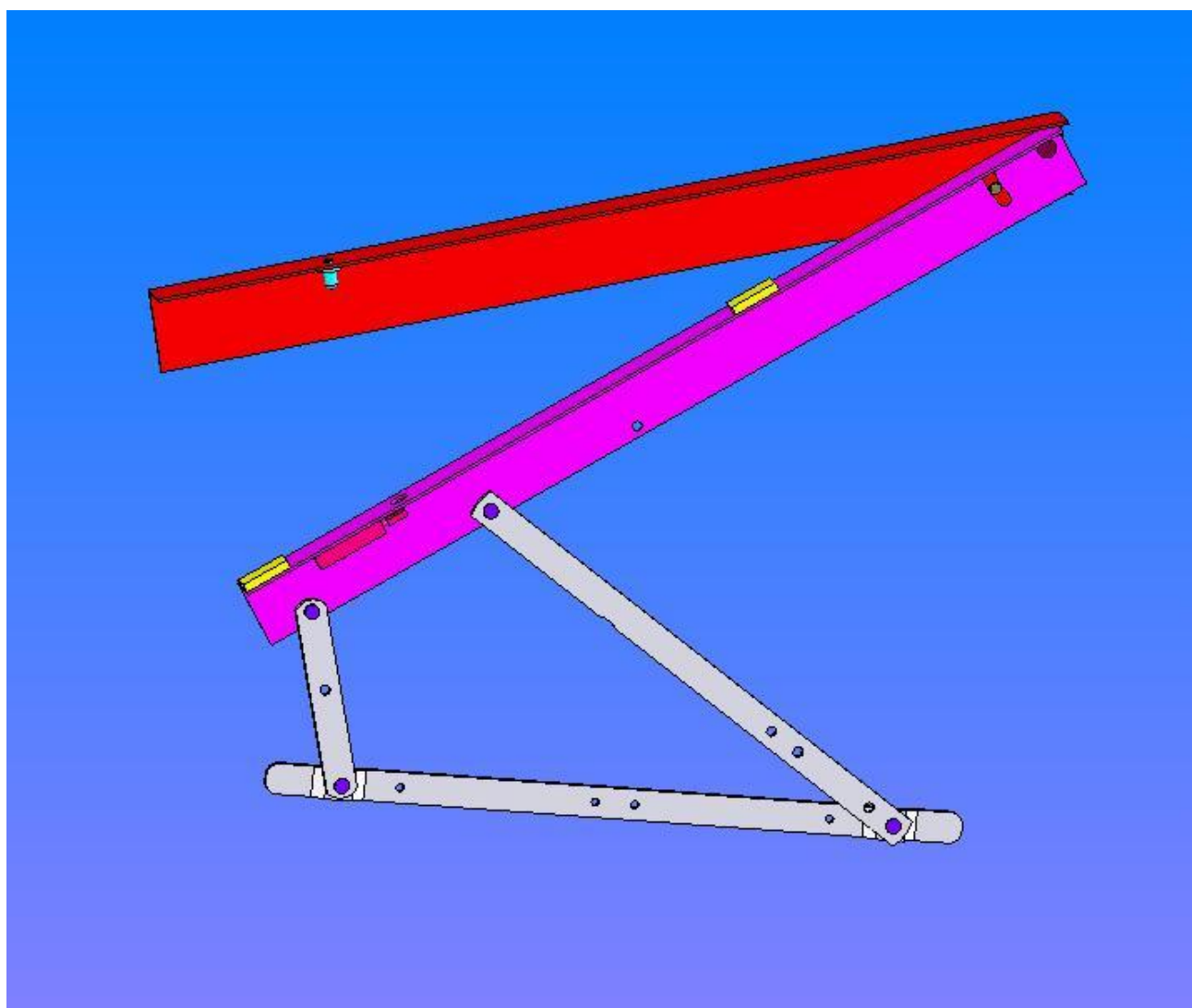


Slika 3.6. Varijanta 4 poboljšanog mehanizma

Detaljan opis konstrukcijskih, funkcionalni i ergonomskih zahtjeva dan je u poglavljima 2.2, 2.3 i 2.4. Ekonomski kriterij čini ukupna isplativost varijante mehanizma. Tu se uzima u obzir: visina potrebnih ulaganja, potrebno vrijeme za povrat investicije, određuje se vrijeme „života“ proizvoda na tržištu (iz iskustva ili se predviđa).

| Varijanta | Konstruktivski kriteriji | Funkcionalni kriteriji | Ergonomski kriteriji | Ekonomski kriteriji | Ukupno |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| Varijanta 1 | 5 | 10 | 10 | 5 | 30 |
| Varijanta 2 | 6 | 10 | 10 | 6 | 32 |
| Varijanta 3 | 5 | 10 | 10 | 5 | 30 |
| Varijanta 4 | 8 | 9 | 10 | 10 | 37 |

Tabela 3.1. Prikaz vrednovanja varijanti po kriterijima



Slika 3.7 Model varijante odabranog poboljšanog mehanizma

Prema odabranom tipu mehanizma možemo konkretno izračunati sile i proračunati naprezanja u nosaču mehanizma.

Kao primjer uzimam krevet 180 x 200 cm, sa podnicom napravljenom od čeličnih cijevi i elastičnih lameliranih drvenih letvica 50 x 8 mm, dimenzija 180 x 200 cm. Masa podnice je 12 kg. Madrac uzimamo dimenzija 180 x 200 cm debljine 25 cm i težine 60 kg. U toj dimenziji, 180 x 200 cm, najteži madrac koji se proizvodi je mase 84.5 kg. On je relativno skup, pa ću ja koristiti podatke za nešto jeftiniji koji se češće koristi.

Masa madraca i podnice je ukupno $60 + 12 = 72$ kg. Kad to podijelimo na 2 mehanizma dobivamo 36 kg. Zbog toga će se opterećenje zaokružiti na 400 N

Odabrana duljina nosača je 750 mm, ali zadnje učvršćenje je na 320 mm, što daje duljinu nosača za proračun od 430 mm.

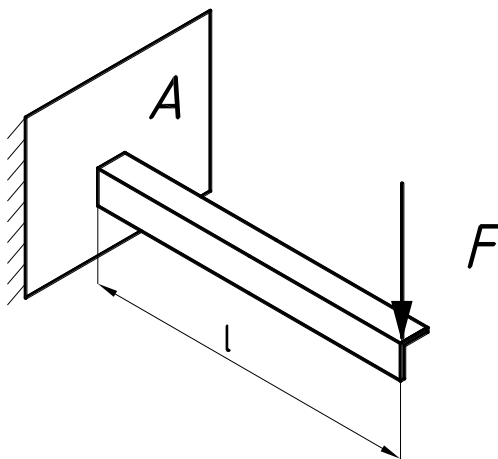
Materijal nosača biti će toplo-valjani lim debljine 2,5 mm kvalitete St 37.2, maksimalne čvrstoće 360-500 MPa, $R_e = 235$ MPa

3.1. Potrebni proračuni veličina sila, raspodjele naprezanja

Da bi mogao izračunati naprezanja u nosaču, potrebno je odrediti proračunski model. Nosač ću pojednostavljeno prikazati kao konzolu opterećenu koncentriranom silom Slika 3.1.1.. Koncentriranu silu uzimam iz razloga što time nosač opterećujem većom silom nego kad bi tu silu kontinuirano rasporedio po cijelom nosaču. Takva aproksimacija može se uzeti iz razloga jer se na nosač podnica pričvršćuje sa dva ili tri vijka te time dobivamo koncentraciju opterećenja.

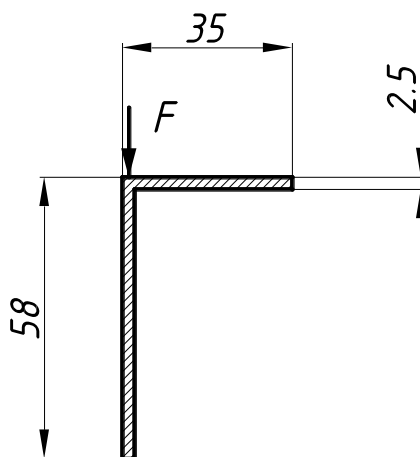
Proračun ću raditi prema [3]

Zadana je sila $F = 400$ N duljina nosača je $l = 430$ mm materijal nosača je St 37.2 $E = 210$ GPa.



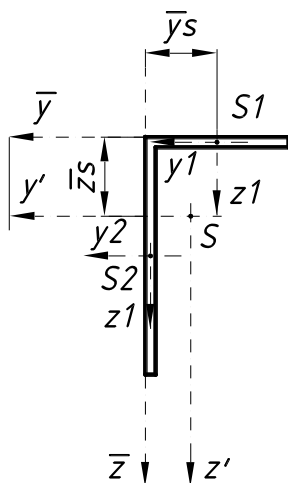
Slika 3.1.1. Skica za proračun naprezanja i progiba nosača

Dimenzije nosača odabrane su prema funkcionalnim karakteristikama. One ovise o vrsti podnice koju koristimo, pričvršćenju podnice za nosač, načinu zakivanja poluga na nosač i ostalim tehnološkim parametrima koje moramo uzimati u obzir.



Slika 3.1.2. Dimenzije nosača za proračun

L – profil podjelimo na 2 pravokutnika: 1. dimenzija 35x2,5 mm i 2. 55,5x2,5 mm i pomoću težišta pravokunika izračunamo koordinate težišta *L* profila



Slika 3.1.3. Koordinatni sistemi za određivanje težišta nosača

$$A_1 = 35 \cdot 2,5 = 87,5 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 55,5 \cdot 2,5 = 138,75 \text{ mm}^2$$

$$\overline{y_{s1}} = -17,5 \text{ mm}$$

$$\bar{z}_{s1} = 1.25 \text{ mm}$$

$$\bar{y}_{s2} = -1.25 \text{ mm}$$

$$\bar{z}_{s2} = 27.75 \text{ mm}$$

Koordinate težišta

$$\bar{y}_s = \frac{\bar{y}_{s1} \cdot A_1 + \bar{y}_{s2} \cdot A_2}{A_1 + A_2} \quad (1)$$

$$\bar{z}_s = \frac{\bar{z}_{s1} \cdot A_1 + \bar{z}_{s2} \cdot A_2}{A_1 + A_2} \quad (2)$$

$$\bar{y}_s = -7.54 \text{ mm}$$

$$\bar{z}_s = 17.50 \text{ mm}$$

Aksijalni momenti inercije presjeka za osi \bar{y} i \bar{z}

$$\bar{I}_y = (I_{y1} + \bar{z}_{s1}^2 \cdot A_1) + (I_{y2} + \bar{z}_{s2}^2 \cdot A_2) \quad (3)$$

$$I_{y1} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{35 \cdot 2.5^3}{12} = 45.57 \text{ mm}^4$$

$$I_{y2} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{2.5 \cdot 55.5^3}{12} = 35620 \text{ mm}^4$$

$$\bar{I}_y = 142644 \text{ mm}^4$$

$$\bar{I}_z = (I_{z1} + \bar{y}_{s1}^2 \cdot A_1) + (I_{z2} + \bar{y}_{s2}^2 \cdot A_2) \quad (4)$$

$$I_{z1} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{2.5 \cdot 35^3}{12} = 8932 \text{ mm}^4$$

$$I_{z2} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{55.5 \cdot 2.5^3}{12} = 72.3 \text{ mm}^4$$

$$\bar{I}_z = 3602 \text{ mm}^4$$

Centrifugalni moment inercije presjeka za osi \bar{y} i \bar{z}

$$\bar{I}_{yz} = (I_{y1z1} + \bar{y}_{s1} \cdot \bar{z}_{s1} \cdot A_1) + (I_{y2z2} + \bar{y}_{s2} \cdot \bar{z}_{s2} \cdot A_2) \quad (5)$$

$$\bar{I}_{y1z1} = 0$$

$$\bar{I}_{y2z2} = 0$$

$$\bar{I}_{yz} = -6727 \text{ mm}^4$$

Moment inercije presjeka za težišne osi y' i z'

$$I'_y = \bar{I}_y - \bar{z}_s^2 \cdot A_{uk} = 73340 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

$$I'_z = \bar{I}_z - \bar{y}_s^2 \cdot A_{uk} = 23170 \text{ mm}^2 \quad (7)$$

$$I'_{yz} = \bar{I}_{yz} - \bar{y}_s \cdot \bar{z}_s \cdot A_{uk} = 2311 \text{ mm}^2 \quad (8)$$

Glavni težišni momenti inercije presjeka

$$I_{1,2} = \frac{I'_y + I'_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I'_y - I'_z}{2}\right)^2 + I'^2_{yz}} \quad (9)$$

$$I_1 = 82360 \text{ mm}^4$$

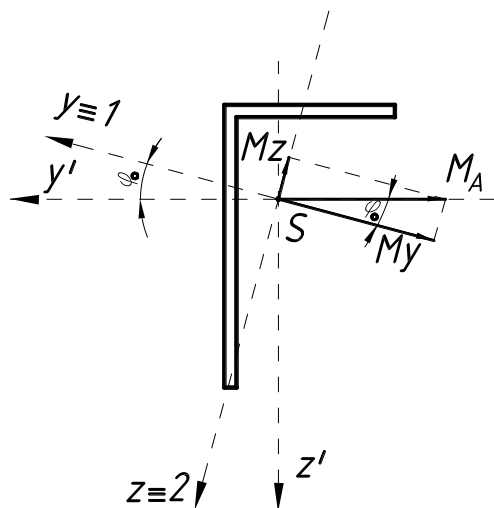
$$I_2 = 14150 \text{ mm}^4$$

Kut φ_o koji glavne težišne osi inercije zatvaraju s osima y' i z'

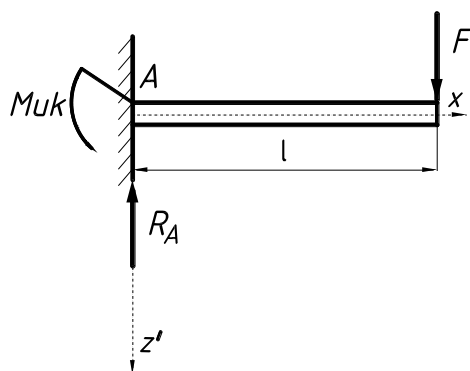
$$\varphi_o = \frac{\arctan\left(-\frac{2 \cdot I'_{yz}}{I'_y - I'_z}\right)}{2} \quad (10)$$

$$\varphi_o = -21.325^\circ$$

Kako je $I'_y > I'_z$, φ_o će biti kut između osi y' i osi 1



Slika 3.1.4. Projekcije momenata savijanja na glavne osi



Slika 3.1.5. Skica opterećenja nosača za izračun momenta savijanja

Iz jednadžbe ravnoteže konzole dobivam

$$\sum F_z' = 0 \quad -R_A + F = 0 \quad R_A = F \quad (11)$$

$$\sum M_A = 0 \quad M_{uk} - F \cdot l = 0 \quad M_{uk} = F \cdot l \quad (12)$$

Vektor \vec{M}_A u pozitivnom presjeku A leži na osi y' negativno usmjeren kao što pokazuje Slika 3.1.4. Projekcije momenata savijanja na glavne osi negativno usmjerene.

Komponente momenata savijanja

$$M_y = -|M_A \cdot \cos\varphi| = -F \cdot l \cdot |\cos\varphi| \quad (13)$$

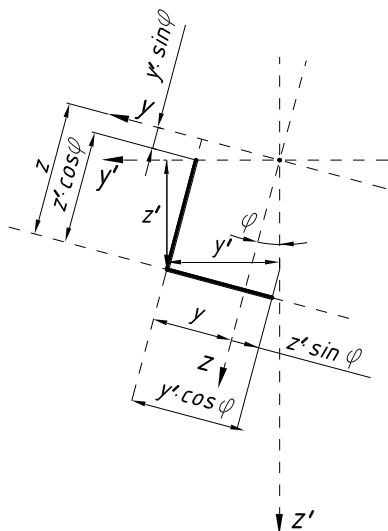
$$M_z = -|M_A \cdot \sin\varphi| = -F \cdot l \cdot |\sin\varphi| \quad (14)$$

Normalna naprezanja u presjeku A

$$\sigma_x = \frac{M_y}{I_y} \cdot z - \frac{M_z}{I_z} \cdot y \quad (15)$$

U izrazu (15) z i y su koordinate točaka presjeka u koordinatnom sustavu

$y - z$. Koordinatni sustav $y - z$ zarotiran je za kut φ_0 u odnosu na koordinatni sustav $y' - z'$, pa možemo koordinate y i z izraziti koordinatama y' i z' .



Slika 3.1.6. Projekcije momenata savijanja na glavne osi

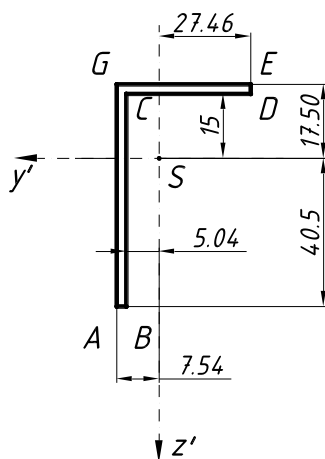
$$\varphi = |\varphi_0|$$

Prema slici 3.1.6. bit će

$$y = y' \cdot \cos \varphi - z' \cdot \sin \varphi \quad (16)$$

$$z = y' \cdot \sin \varphi + z' \cdot \cos \varphi \quad (17)$$

Koordinate y' i z' točaka presjeka očitamo prema Slici 3.1.7.



Slika 3.1.7. Koordinate y' i z' točaka presjeka nosača

$$\begin{aligned}
y'_A &= 7.54 \text{ mm} & z'_A &= 40.5 \text{ mm} \\
y'_B &= 5.04 \text{ mm} & z'_B &= 40.5 \text{ mm} \\
y'_C &= 5.04 \text{ mm} & z'_C &= -15.50 \text{ mm} \\
y'_D &= -27.46 \text{ mm} & z'_D &= -15.0 \text{ mm} \\
y'_E &= -27.54 \text{ mm} & z'_E &= -17.5 \text{ mm} \\
y'_G &= 7.54 \text{ mm} & z'_G &= -17.5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Uvrštavanjem ovih koordinata u izraze (16) i (17) dobivamo

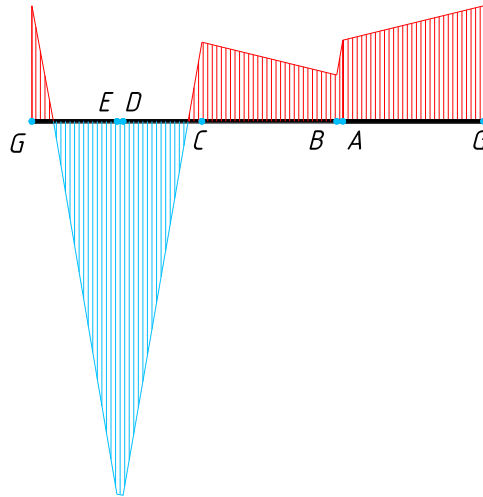
$$\begin{aligned}
y_A &= 21.75 \text{ mm} & z_A &= 34.99 \text{ mm} \\
y_B &= 19.42 \text{ mm} & z_B &= 35.90 \text{ mm} \\
y_C &= -0.77 \text{ mm} & z_C &= -15.80 \text{ mm} \\
y_D &= -31.04 \text{ mm} & z_D &= -3.99 \text{ mm} \\
y_E &= -31.95 \text{ mm} & z_E &= -6.31 \text{ mm} \\
y_G &= 0.66 \text{ mm} & z_G &= -19.04 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Uvrštavanjem M_y i M_z u izraz (15)

$$\sigma_x = -F \cdot l \left(\frac{|\cos \varphi_o|}{I_y} \cdot z - \frac{|\sin \varphi_o|}{I_z} \cdot y \right) \quad (18)$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{xA} &= 28.068 \text{ MPa} \\
\sigma_{xB} &= 16.005 \text{ MPa} \\
\sigma_{xC} &= 27.365 \text{ MPa} \\
\sigma_{xD} &= -129.455 \text{ MPa} \\
\sigma_{xE} &= -128.943 \text{ MPa} \\
\sigma_{xG} &= 39.94 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Raspodjela naprezanja prikazana je na razvijenom presjeku profila na Slici 3.1.8.



Slika 3.1.8. Raspored naprezanja u karakterističnim točkama nosača

Najveći iznos naprezanja je u točki D

$$\sigma_{xD} = -129.455 \text{ MPa}$$

Položaj neutralne osi u presjeku dobit ćemo ako izraz (18) za σ_x izjednačimo sa nulom

$$\sigma_x = -F \cdot l \left(\frac{|\cos \varphi_o|}{I_y} \cdot z - \frac{|\sin \varphi_o|}{I_z} \cdot y \right) = 0 \quad (19)$$

$$z = |\tan \varphi_o| \cdot \frac{I_y}{I_z} \cdot y = \tan \beta \cdot y$$

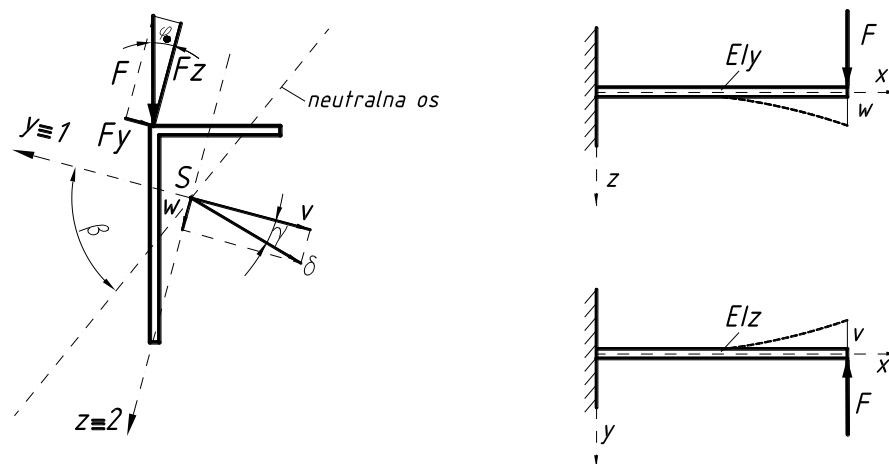
$$\beta = \arctg \left(|\tan \varphi_o| \cdot \frac{I_y}{I_z} \right) \quad (20)$$

$$\beta = 66.246^\circ$$

Neutralna os zatvara s osi y kut $\beta = 66,246^\circ$

Ukupni pomak δ slobodnog kraja konzole ima komponente w u smjeru osi z i v u smjeru osi y

Za određivanje w i v koristit ćemo izraz za progib kraja konzole opterećen silom F na tom kraju



Slika 3.1.9. Skica opterećenja, progiba i položaja neutralne linije

$$w = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad (21)$$

Iz (21) slijedi

$$w = \frac{F_z \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_y} = \frac{F \cdot |\cos \varphi_0| \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_y} \quad (22)$$

$$w = 0.59 \text{ mm}$$

$$v = \frac{F_y \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_z} = \frac{-F \cdot |\sin \varphi_0| \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_z} \quad (23)$$

$$v = 1.362 \text{ mm}$$

Ukupni pomak slobodnog kraja konzole δ iznosi

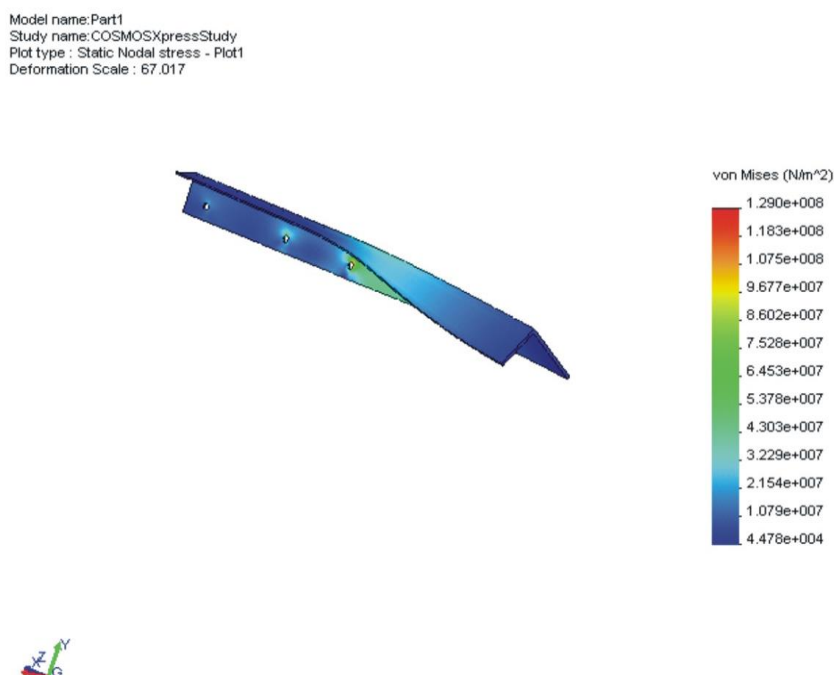
$$\delta = \sqrt{v^2 + w^2} \quad (24)$$

$$\delta = 1.484 \text{ mm}$$

Pomak δ mora biti okomit na neutralnu os

[3]

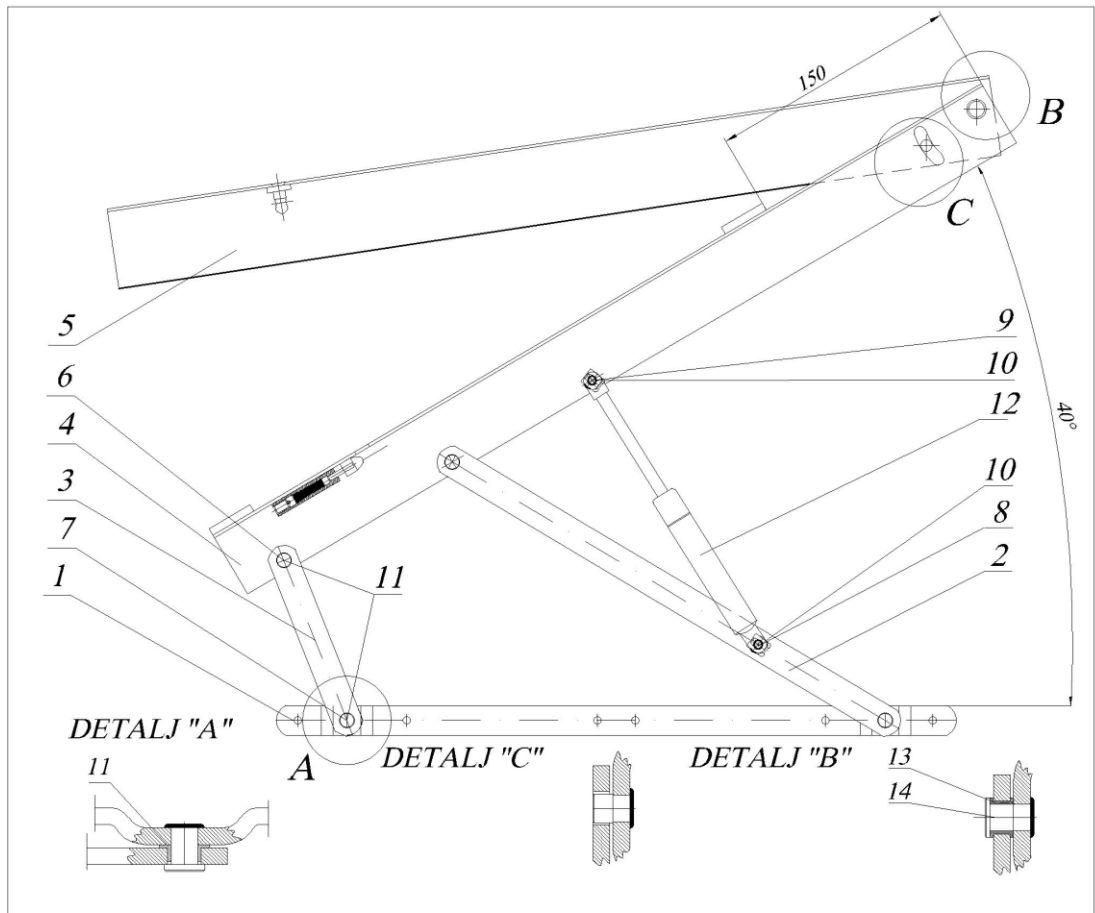
Kontrolu ispravnosti proračuna provjeravana je MKE metodom na modelu nosača u aplikaciji SOLIDWORKS 2017 . Kao što je vidljivo iz Slike 3.1.10. maksimalno naprežanje iznosi 129 MPa , što je razlika manja od 1% u odnosu na konvencionalni proračun. Time samo potvrdili ispravnost proračuna. U Prilogu 9.6. je priložena dinamička linearna analiza nosača MKE-a. Iz nje se vidi da dinamičkim opterećenjem dobivamo nešto veće naprežanje u uklještenju nosača (169 MPa) , a progib na slobodnom kraju nosača ostaje praktički jednak i iznosi 1.408 mm.



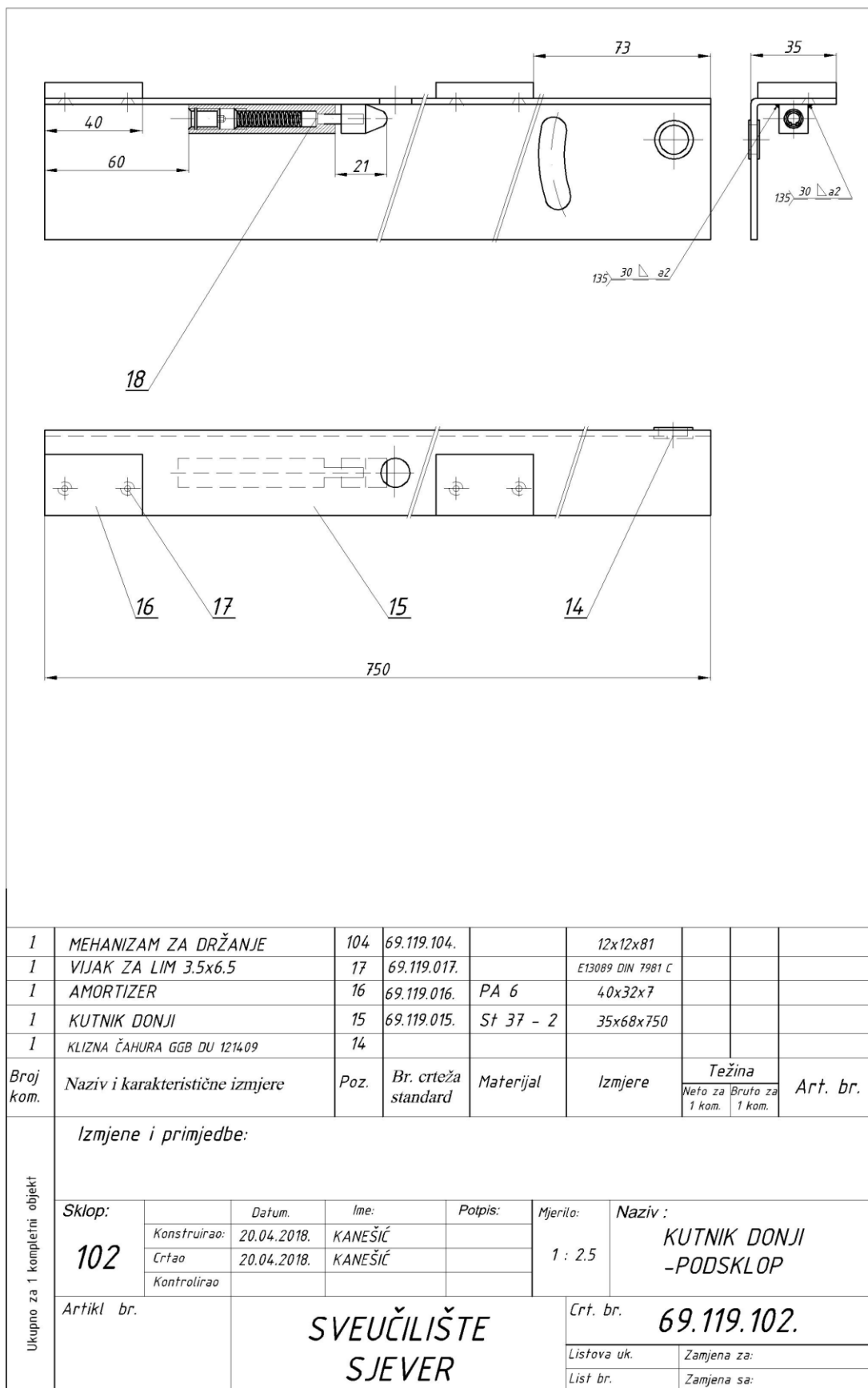
Slika 3.1.10. Raspored naprežanja dobiven MKE –metodom aplikacijom SOLIDWORKS 2017

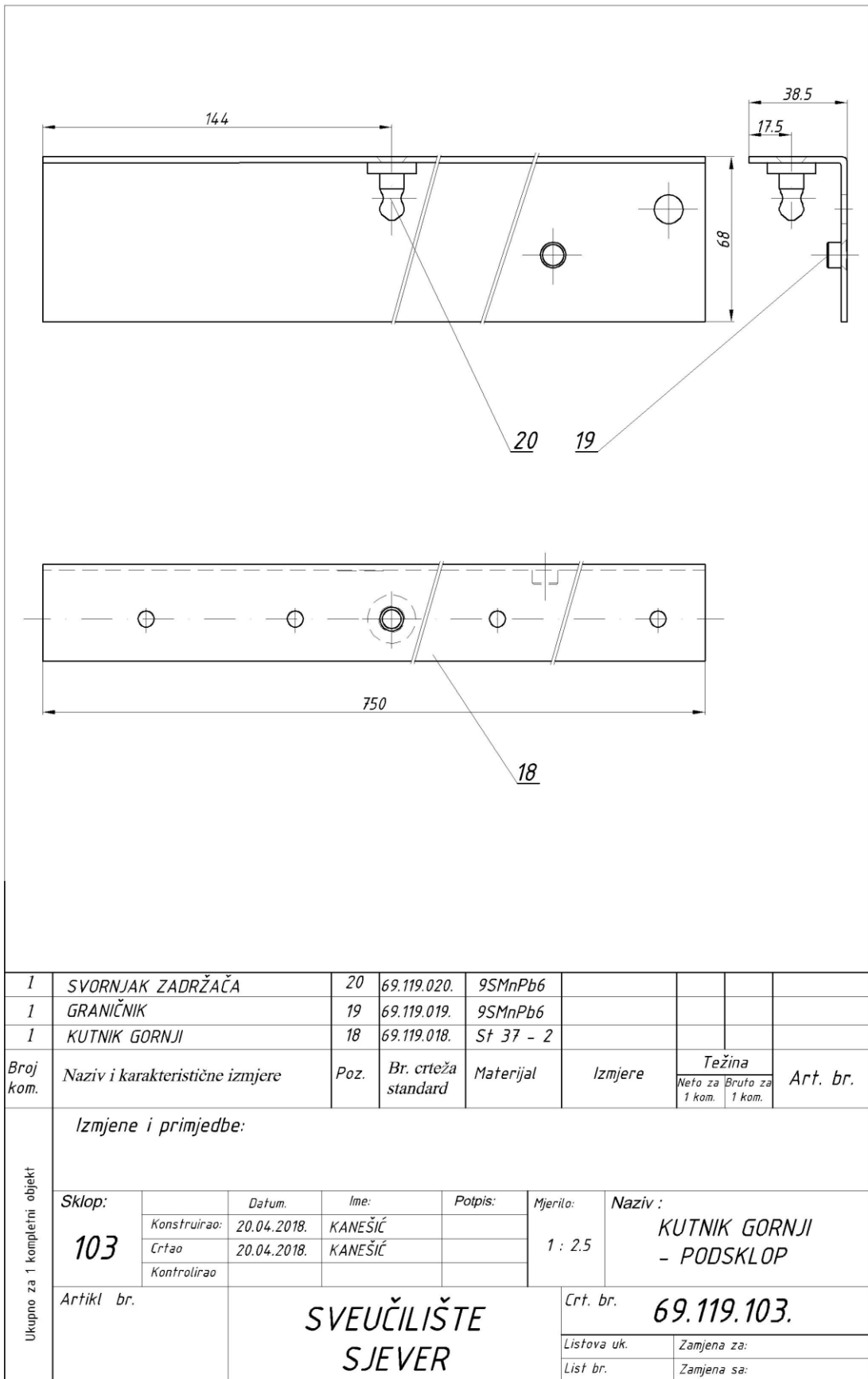
3.2. CAD crteži unaprijeđenog mehanizma, složeni i pojedinačne pozicije

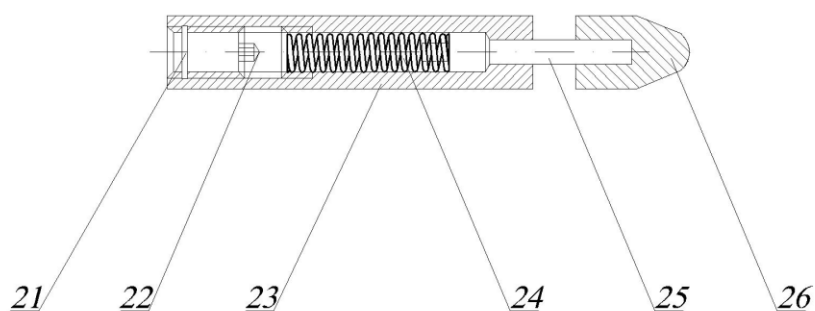
| | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| | | | | | | | | |
| 1 | MEHANIZAM ZA DRŽANJE | 104 | 69.119.104. | | 12x12x81 | | | |
| 1 | KUTNIK GORNJI-PODSKLOP | 103 | 69.119.103. | | "L"37.5x68x2.5x750 | | | |
| 1 | KUTNIK DONJI-PODSKLOP | 102 | 69.119.102. | | "L"35x58x2.5x750 | | | |
| 1 | VRH ZADRŽAČA | 26 | 69.119.026. | PA 6 | | | | |
| 1 | OSOVINICA | 25 | 69.119.025. | 9SMnPb6 | St 37 - 2 | | | |
| 1 | TLAČNA OPRUGA | 24 | 69.119.024. | Opružna žica EN10270 SM Ø1.5 | | | | |
| 1 | KUČIŠTE | 23 | 69.119.023. | 9SMnPb6 | St 37 - 2 | | | |
| 1 | VIJAK ZA NAPINJANJE OPRUGE M8x6 | 22 | 69.119.022. | | E08328 DIN 913 | | | |
| 1 | SEGER OSIGURAČ Ø 8 UNUTARNJI | 21 | 69.119.021. | | E07759 DIN 472 | | | |
| 1 | SVORNJAK ZADRŽAČA | 20 | 69.119.020. | 9SMnPb6 | | | | |
| 1 | GRANIČNIK | 19 | 69.119.019. | 9SMnPb6 | | | | |
| 1 | KUTNIK GORNJI | 18 | 69.119.018. | St 37 - 2 | 38,5x68x750 | | | |
| 1 | VIJAK ZA LIM 3.5x6.5 | 17 | 69.119.017. | | E13089 DIN 7981 C | | | |
| 1 | AMORTIZER PA6 | 16 | 69.119.016. | PA 6 | 40x32x7 | | | |
| 1 | KUTNIK DONJI | 15 | 69.119.015. | St 37 - 2 | 35x58x750 | | | |
| 1 | KLIZNA ČAHURA GGB DU 121409 | 14 | 69.119.014. | | | | | |
| 1 | STEPENASTA ZAKOVICA | 13 | 69.119.013. | QSt 36 - 2 | | | | |
| 1 | PLINSKA OPRUGA 900 N | 12 | 69.119.012. | | Ø 22 x 385 | | | |
| 4 | KLIZNA ČAHURA GFM 0810-050 | 11 | 69.119.011. | | | | | |
| 2 | O SIGURAČ BFK A - 8 | 10 | 69.119.010. | | | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -15 | 9 | 69.119.009. | 9 S Mn Pb 36 | h 15 /Ø15 | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -10 | 8 | 69.119.008. | 9 S Mn Pb 36 | h 10 /Ø15 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x16 | 7 | 69.119.007. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 16 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x14 | 6 | 69.119.006. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 14 | | | |
| 1 | K RATKA POLUGA | 3 | 69.119.003. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x165 | | | |
| 1 | D UGA POLUGA | 2 | 69.119.002. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x450 | | | |
| 1 | OSNOVNA POLUGA | 1 | 69.119.001. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x572 | | | |
| Broj kom. | Naziv i karakteristične izmjere | Poz. | Br. crteža standard | Materijal | Izmjere | Težina Neto za 1 kom. Bruto za 1 kom. | | Art. br. |
| Ukupno za 1 kompletni objekt | Izmjene i primjedbe: | | | | | | | |
| | Sklop: | | Datum. | Ime: | Potpis: | Mjerilo: | Naziv : | |
| | 101 | Konstruirao: | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | 1 : 2.5 | OKOV - LIFT - H LIJEVI | |
| | | Crtao | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | | | |
| | | Kontrolirao | | | | | | |
| | Artikl br. | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Crt. br. 69.119.101. | | |
| | | | | | | Listova uk. | Zamjena za: | |
| | | | | | List br. | Zamjena sa: | | |



| | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------------|----------------|---------------------------|----------|
| 1 | STEPENASTA ZAKOVICA | 13 | | | | | | |
| 1 | PLINSKA OPRUGA 900 N | 12 | | | | Ø 22 x 385 | | |
| 4 | KLIZNA ČAHURA GFM 0810-050 | 11 | | | | | | |
| 2 | O SIGURAČ BFK A - 8 | 10 | | | | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -15 | 9 | 69.119.009. | 9 S Mn Pb 36 | h 15 /Ø15 | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -10 | 8 | 69.119.008. | 9 S Mn Pb 36 | h 10 /Ø15 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x16 | 7 | 69.119.007. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 16 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x14 | 6 | 69.119.006. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 14 | | | |
| 1 | KUTNIK GORNJI-PODSKLOP | 103 | 69.119.103. | St 37 - 2 | "L"38.5x68x2.5x750 | | | |
| 1 | KUTNIK DONJI-PODSKLOP | 102 | 69.119.102. | St 37 - 2 | "L"35x58x2.5x750 | | | |
| 1 | K RATKA POLUGA | 3 | 69.119.003. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x1 65 | | | |
| 1 | DUGA POLUGA | 2 | 69.119.002. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x4 50 | | | |
| 1 | OSNOVNA POLUGA | 1 | 69.119.001. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x572 | | | |
| Broj kom. | Naziv i karakteristične izmjere | Poz. | Br. crteža standard | Materijal | Izmjere | Težina | | Art. br. |
| | | | | | | Neto za 1 kom. | Bruto za 1 kom. | |
| Izmjene i primjedbe: | | | | | | | | |
| Ukupno za 1 kompletni objekt | Sklop: | | Datum. | Ime: | Potpis: | Mjerilo: | Naziv : | |
| | 101 | Konstruirao: | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | 1 : 2.5 | OKOV AK LIFT - H - LIJEVI | |
| | | Crtao | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | | | |
| | | Kontrolirao | | | | | | |
| | Artikl br. | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | | Crt. br. 69.119.101. | |
| | | | | | | Listova uk. | Zamjena za: | |
| | | | | | | List br. | Zamjena sa: | |



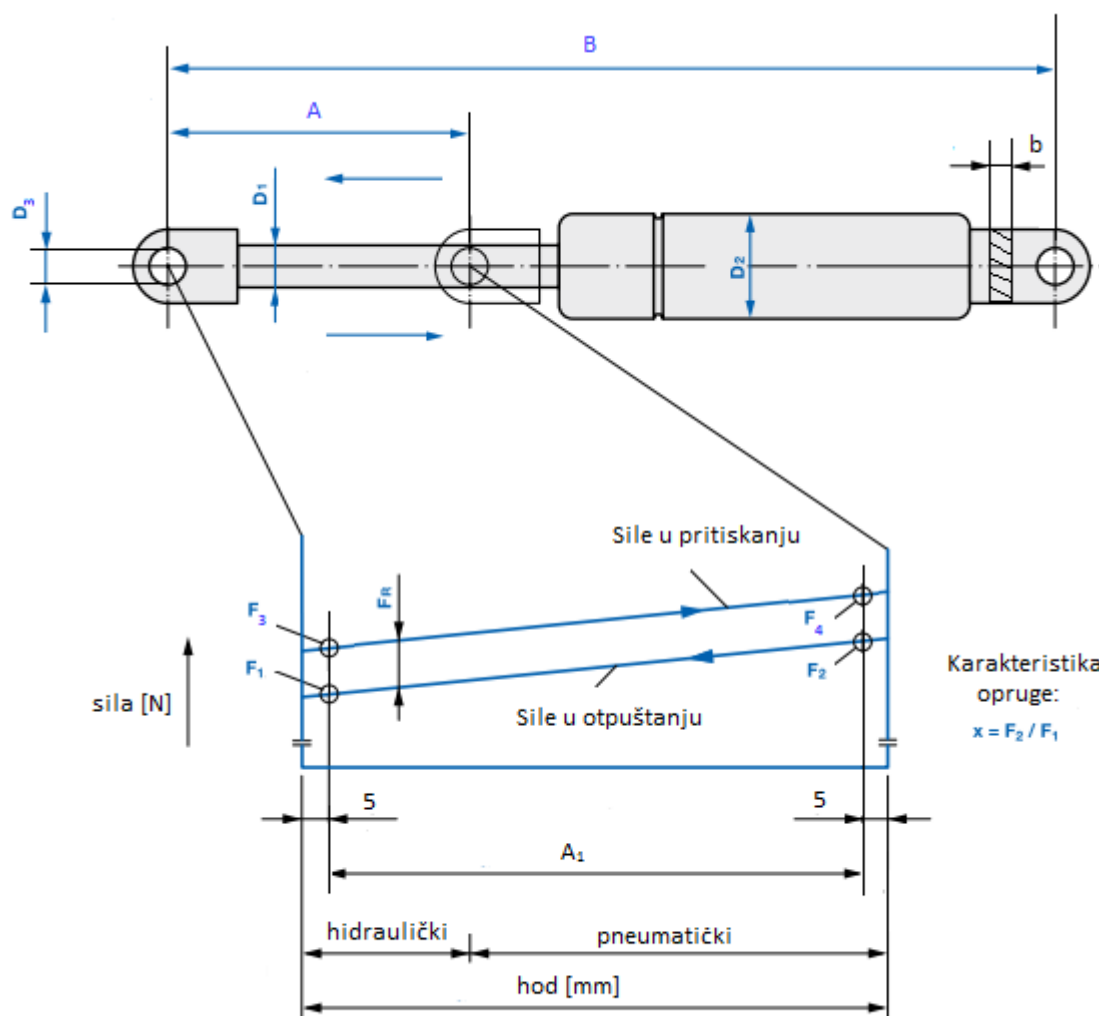




| | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------|-------------------|-------------------------|----------|
| 1 | VRH ZADRŽAČA | 26 | 69.119.026. | PA 6 | | | | |
| 1 | OSOVINICA | 25 | 69.119.025. | St 37 - 2 | | | | |
| 1 | TLAČNA OPRUGA | 24 | 69.119.024. | Opružna žica EN10270 SM Ø1.5 | | | | |
| 1 | KUČIŠTE | 23 | 69.119.023. | St 37 - 2 | | | | |
| 1 | VIJAK ZA NAPINJANJE OPRUGE | 22 | 69.119.022. | | | | | |
| 1 | SEGER OSIGURAČ | 21 | 69.119.021. | St 37 - 2 | | | | |
| Broj kom. | Naziv i karakteristične izmjere | Poz. | Br. crteža standard | Materijal | Izmjere | Težina | | Art. br. |
| | | | | | | Neto za 1 kom. | Bruto za 1 kom. | |
| Ukupno za 1 kompletni objekt | Izmjene i primjedbe: | | | | | | | |
| | Sklop: | | Datum. | Ime: | Polpis: | Mjerilo: | Naziv : | |
| | 104 | Konstruirao: | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | 2 : 1 | MEHANIZAM ZA DRŽANJE | |
| | | Crtao | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | | | |
| | | Kontrolirao | | | | | | |
| | Artikl br. | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | | Crt. br. | 69.119.104. | |
| | | | | | | Listova uk. | Zamjena za: | |
| | | | | | | List br. | Zamjena sa: | |

Nacrti Poz 101 do Poz 104 daju prikaz sklopa mehanizma razvijenog na osnovu svih do sada iznesenih zahtjeva i podataka. Prema njima razradit će se tehnologija izrade mehanizma.

3.3. Testiranje plinske opruge i zakovica



Slika 3.3.1. Dijagram sila na plinskoj opruzi

Iz dijagrama na Slici 3.3.1 vidljivo je da deklarirana sila plinske opruge , kod pritiskanja , poraste F_1 na F_2 , a što u konkretnom slučaju za plinsku oprugu od 900 N znači porast do cca 1300 N. Taj podatak je vrlo važan jer za podizanje kreveta treba se znati točna sila koju ostvaruje plinska opruga. Sila u plinskoj opruzi mora biti za oko 10 % veća od proračunom dobivene, da bi se moglo ostvariti sigurno „stajanje“ podignutog dijela kreveta u zraku. Iz atesta na Slici 3.3.2. vidi se mogućnost da sile plinske opruge imaju određeno odstupanje. Tolerira se odstupanje sile do 5 %. Uz to, treba napomenuti da se sila u plinskoj opruzi tijekom godina rada mijenja. Testovi trajnosti plinskih opruga rade se na 10.000 ciklusa. Na svakih 2500 ciklusa radi se mjerenje sile. U Prilogu 3 , na Slici 9.3.1. prikazan je stroj za testiranje plinskih opruga , a na Slici 9.3.2 dan je tabelarni prikaz konkretnog mjerenja sila plinske opruge u tvrtci Opruga metalni proizvodi d.d..

Tests on extension and compression springs

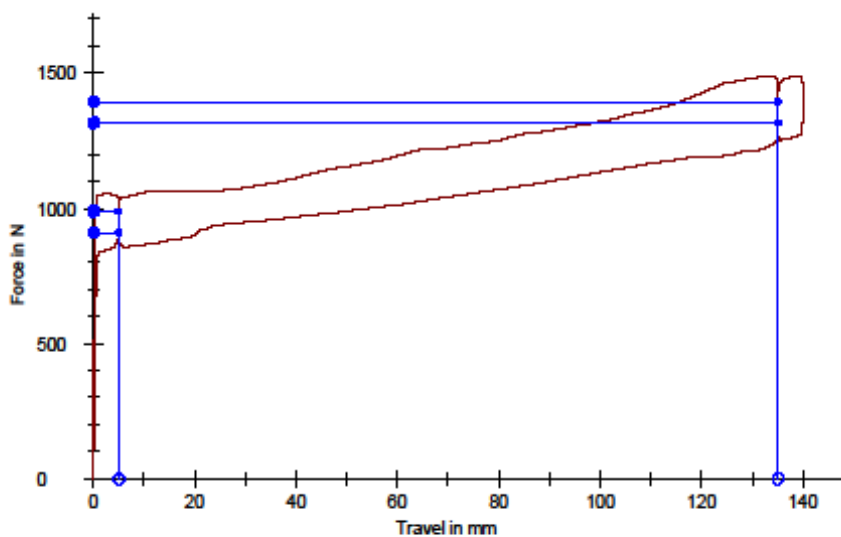
Parameter table:

Company name: TST LIFT Tester : AHMET KUSCU
Customer : OPRUGA Material : 38,5 CM 900N

Results:

| Nr | Spring height mm | F 1 N | F 2 N | F 3 N | F 4 N | Fr |
|----|---------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 1 | 338,47 | 910,15 | 1316,01 | 988,92 | 1394,57 | 78,77 |

Series graph:



Statistics:

| Series n = 1 | Spring height mm | F 1 N | F 2 N | F 3 N | F 4 N | Fr |
|-----------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| x | 338,47 | 910,15 | 1316,01 | 988,92 | 1394,57 | 78,77 |
| s | - | - | - | - | - | - |
| v | - | - | - | - | - | - |

Da bi provjerili čvrstoću i izdržljivost zakovica u zakovanim spojevima mehanizma, proveli smo ispitivanje. Testirali smo pune i šuplje zakovice, galvanski cinčane i sheradizirane, te stepenaste zakovice u kliznim ležajima.

Iz tabele na Slici 9.4.1. vidimo da šuplje zakovice galvanski cinčane možemo koristiti za zglobove koji prenose gibanje.

Iz tabele na Slici 9.4.2. vidimo da zakovice se kliznim ležajem možemo koristiti i za opterećenja veća od 2000 N po zglobu, bez oštećenja i nakon 10.000 cilusa.

Do ovih podataka došlo se istraživanjem i pokusima na napravi prikazanoj na Slici 9.4.3. i 9.4.4. .

Pristroj za testiranje jednog tipa zakovica dan je na Slici 9.4.5.

Ispitivanje je provedeno u Opruga metalni proizvodi d.d.. , a proveo ga je autor rada.

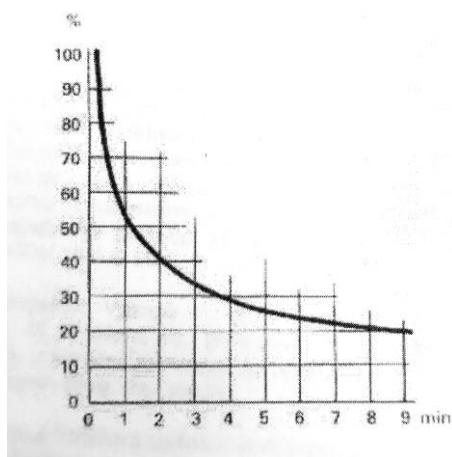
4. Unaprijediti zamišljeni mehanizam uz ergonometrijski razvoj konstrukcije

Sadašnje se stanje analize rada u smislu utvrđivanja njegove težine može podijeliti u dva različita pristupa, i to:

- Energijski pristup i
- Fiziološki pristup

U energijskom se proučavanju težine rada utvrđuju određene fizikalne veličine (obično potrošnja kisika) koje se reduciraju na dan ili pak sat rada. Iz ovakvog se načina praćenja rada ne mogu utvrditi trenutna stanja karaktera sila ili spregova koji djeluju na proučavanog ispitanika.

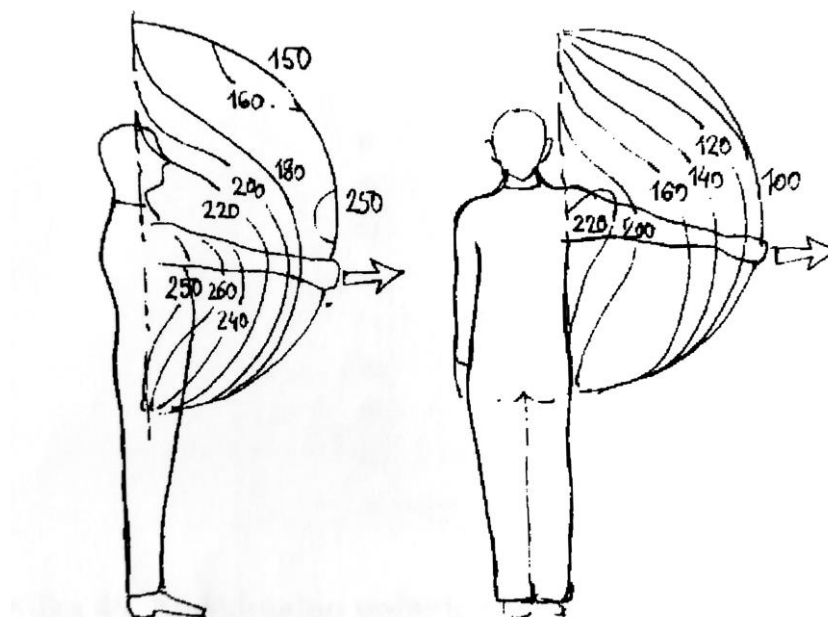
Drugi pristup, fiziološki je mnogo bliže ideji mehaničkog opisivanja rada čovjeka, jer je utemeljen na utvrđivanju zamora dijelova tijela u zavisnosti od mišićnog napora koje je moguće mjeriti putem mehaničkih zasada. Što više taj je pristup katkada upravo izravno mjerenje mehaničkog rada. Kao najbolji primjer tome nam mogu poslužiti rezultati mjerenja maksimalnog trajanja statičnog mišićnog napora kao što je prikazano na Slici 4.1.



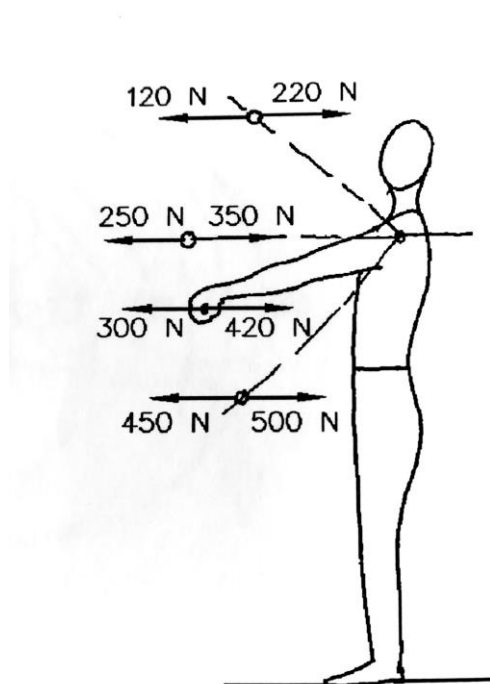
*Slika 4.1. Maksimalno trajanje mišićnog napora [4]
(prema Monodu)*

Davis i Stubbs [4] su pokazali u svojim istraživanjima djelovanje jednog tereta ili opterećenja koje se primjenjuje do granice neudobnog. Ova su istraživanja vršili na mladim ljudima u stojećem ili sjedećem položaju. Njihovi su pokusi uključivali: podizanje tereta, povlačenje ili guranje tereta u horizontalnom i kosom pravcu, od ili prema ramenu. Pokusi su izvedeni na 200 zdravih, jakih muških vojnika. Rezultati njihova istraživanja su vrlo slikovito prikazani na Slikama 4.2 i 4.3 .

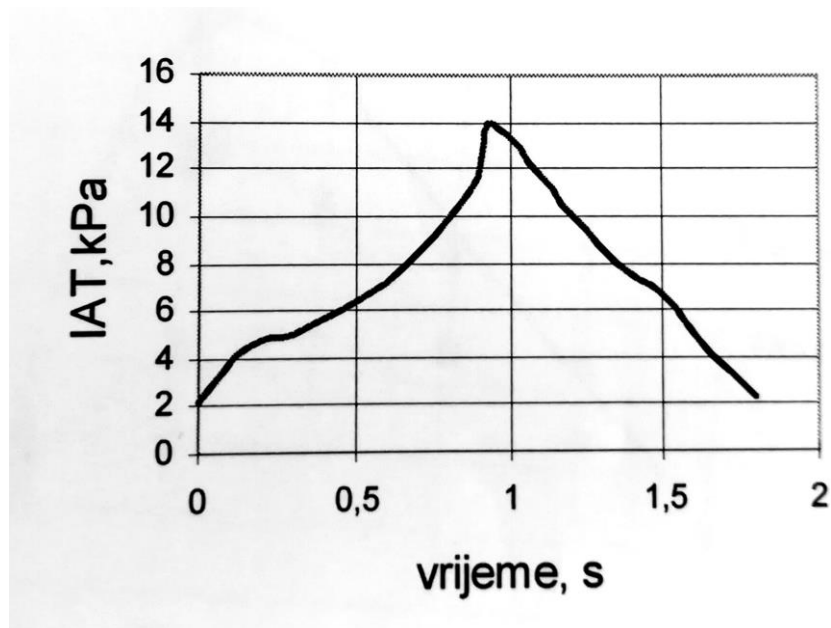
Budući da posao spremanja obavljaju uglavnom žene, rezultati istraživanja na muškim vojnicima su samo okvirni pokazatelj koji će nam poslužiti u kreiranju radnog mjesta spremačice.



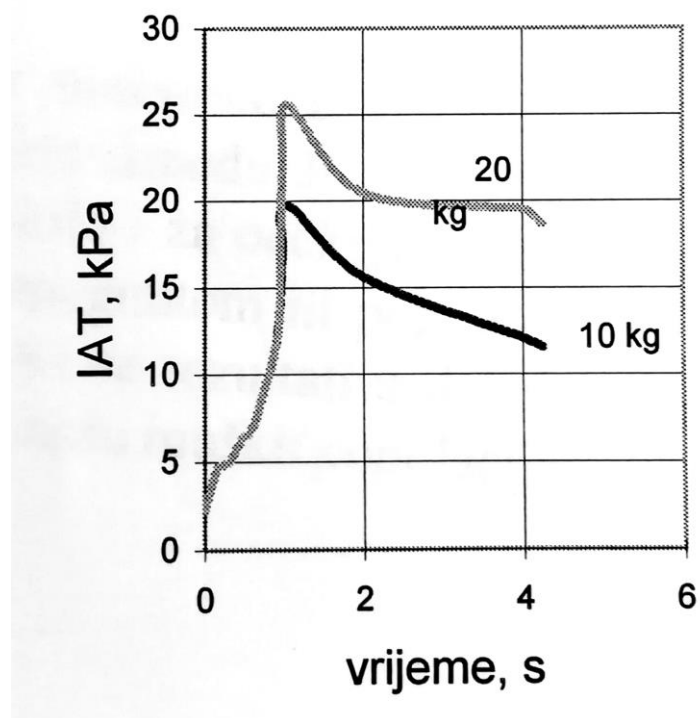
Slika 4.2. Guranje tereta od tijela s jednom rukom[4]



Slika 4.3. Dvoručno guranje i potezanje tereta[4]



Slika 4.4. Prikaz vremenskih promjena intraabdominalnih tlakova ispitanika u gibanju iz stojećeg stava u čučanj i obrnuto , bez tereta[4]



Slika 4.5. Prikaz vremenskih promjena intraabdominalnih tlakova ispitanika u gibanju iz stojećeg stava u čučanj, uzimanje tereta mase 10 i 20 kg, te podizanje sa njima[4]

Općenito razlikujemo dva oblika mišićnog napora koji se mogu opisati na slijedeći način:

- *Statički napor* kojem je značajka u produženom stanju kontrakcije mišića, koji je obično nazočan u tzv. naporu održavanja stava ili položaja tijela
- *Dinamički napor* koji suprotno prethodnom ima značajke, ritmične izmjene kontrakcije mišića, tj. vlaka u mišićima koji se mijenja ritmički s odmaranjem.

Zamaranje mišića nastupa značajno prije u statičkom obliku napora nego što je to primjer u dinamičkom opterećenju. Uz ovo je zanimljivo mišljenje Rohmerta [4], koji je utvrdio veoma jednostavne ali vrlo slikovite rezultate. On je utvrdio slijedeća maksimalna razdoblja za opterećenje mišića:

- 100 % od maks. Sile trajanje je 0,1 minuta
- 75 % od maks. Sile trajanje je 0,35 minuta
- 50 % od maks. Sile trajanje je od 1,0 minuta
- 25 % od maks. Sile trajanje je 3,4 minuta

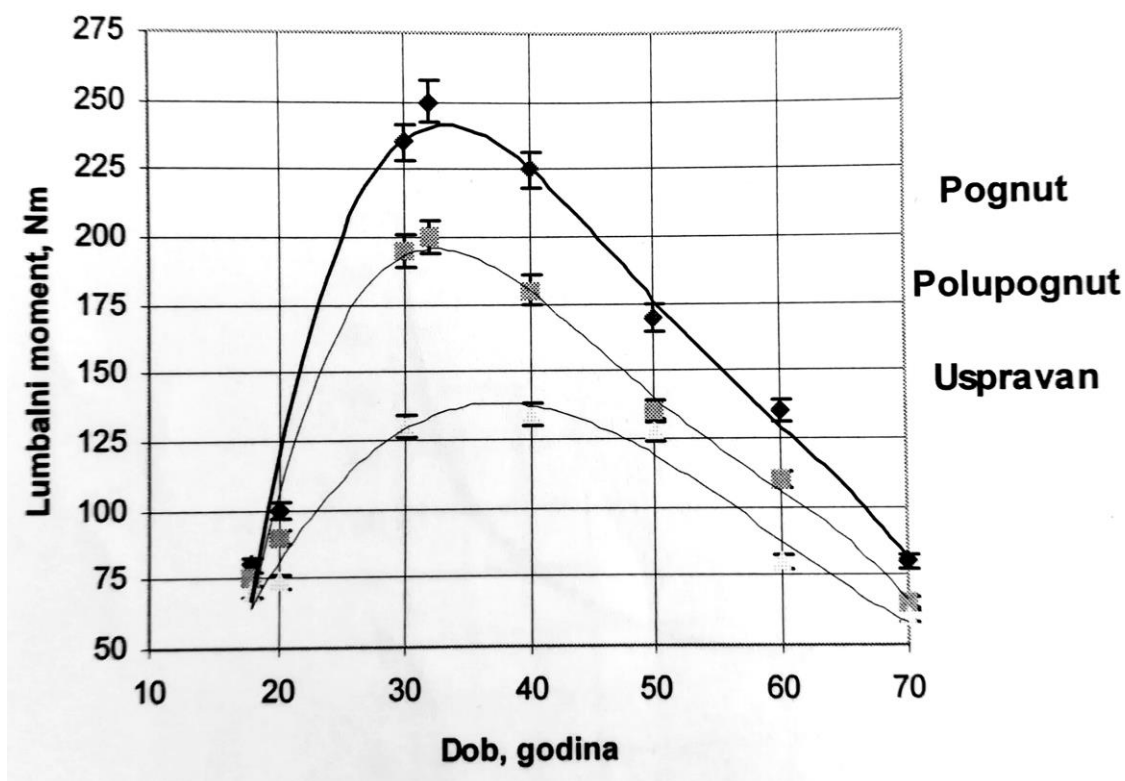
Usporedimo li, pojednostavljeno rečeno, uvjete statičkog mišićnog napora s dinamičkim, tada se može zaključiti da se radi kod dinamičkog opterećenja o većem utrošku energije, o porastu rada srca i naposljetku o potrebi duljeg razdoblja za odmorom.

Kralježnica u čovjeka ima obično 24 kralješka [4]. Sedam od njih se nalaze u vratu i nazivaju se vratnim kralješcima; 12 je kralješaka u grudnom dijelu kralješnice i svaki od njih je zgloбно vezan s rebrima grudnog koša a nazivaju se grudnim kralješcima; i napokon 5 je kralješaka u slabinskoj ili lumbalnoj kralješnici i po tom se području i nazivaju lumbalnim kralješcima.

Kralješci se i takvom podjelom i označavaju i to odozgo prema dolje. Tako imamo C1 do C7 (C dolazi od riječi cervikalni), zatim T1 do T12 (T dolazi od riječi torakalni) i napokon L1 do L5 (L dolazi od riječi lumbalni) [4].

Kralješnica u čovjeka je veoma važan organ. Glavna je funkcija kralješnice u prenošenju i prigušivanju opterećenja, zatim u ostvarivanju gibanja trupa i glave i napokon u zaštiti leđne moždine i živčanih ogranaka što izlaze iz moždine prema mišićima i krvožilnom sustavu.

Kroz ljudski se život zajedno i funkcija kralješnice može i mijenjati, kako starenjem tako i bolestima i napokon mogućim ozljedama. To je i razlogom našeg zanimanja za što boljim temeljnim razumijevanjem biomehanike kralješnice, kako bi mogli razlučivati na koji način patološke izmjene mogu utjecati na anatomske promjene, a odatle, kako te patološke promjene mogu utjecati na promjenu njezine funkcije.



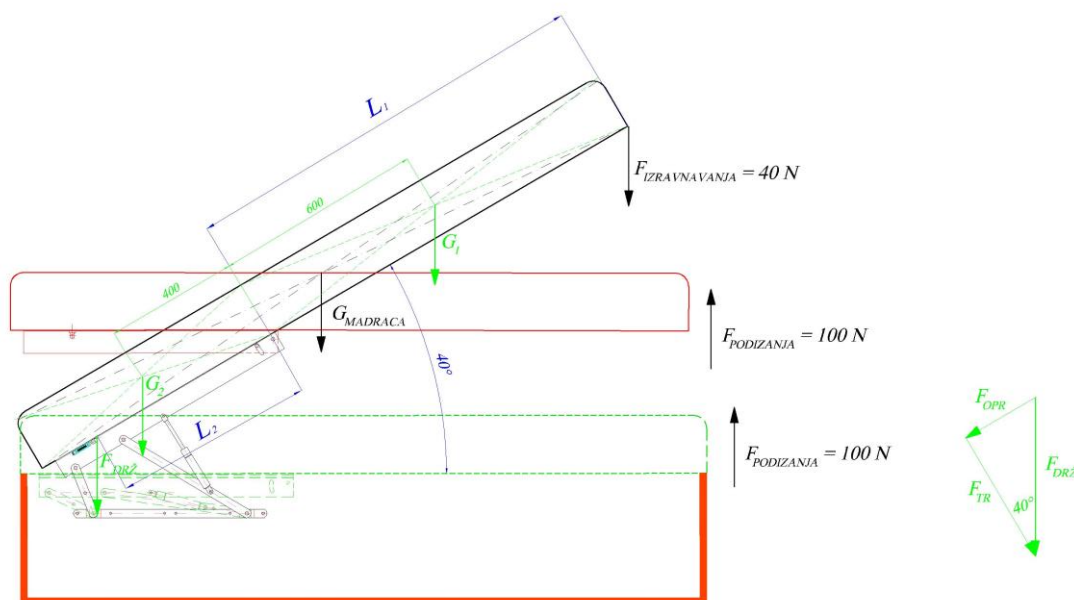
Slika 4.6. Dijagram raspodjela lumbalnih momenata kod muških ispitanika za uspravan, polupognut, i pognut stav u zavisnosti od dobi ispitanika [4]

Iz dijagrama na Slici 4.6. je očito da se maksimalne veličine lumbalnih momenata pojavljuju u području dobnih skupina između 30 i 40 godina. Sasvim je očito i to da su lumbalni momenti, što je bilo i za očekivati u uspravnom položaju po vrijednostima manji od onih u polupognutom ili pognutom stavu, jer je krak u uspravnom stavu značajno manji. Ovi se rezultati u daljnjim analizama uzimaju kao referentni podaci .

Iz podataka biomehaničkih istraživanja prikazanih na Slikama 4.1. do 4.6. , radi minimalnog umaranja i mogućnosti pojave profesionalnih oboljenja , odabiremo silu potrebnu za podizanje kreveta od 100 N , silu potrebnu za izravnanje kreveta u horizontalni položaj 40 N. Da bi izbjegli nepotrebno sagibanje kod izmjene posteljine , visinu gornjeg ruba kreveta u podignutom horizontalnom položaju odabiremo 920 mm. (Za radno mjesto spremačice to je visina radne plohe)

Kad smo definirali sile kojima želimo podizati krevet, možemo proračunati potrebnu silu u opruzi koja će sistemom „klackalice“ držati mehanizam u ravnoteži u podignutom položaju ili u horizontalno podignutom položaju.

$$L_1 = 1200 \text{ mm} \quad L_2 = 591 \text{ mm}$$



Slika 4.7. Sile kod dizanja kreveta

$$G_1 = G_{MAD+POD} \cdot \frac{L_1}{2000} = 720 \cdot \frac{1200}{2000} = 432 \text{ N} \quad G_2 = G_{MAD+POD} - G_1 = 288 \text{ N}$$

$$G_1 \cdot 600 \cdot \cos(40^\circ) = G_2 \cdot 400 \cdot \cos(40^\circ) + F_{DRŽ} \cdot 591 \cdot \cos(40^\circ)$$

$$F_{DRŽ} = 243,6 \text{ N}$$

$$F_{OPR} = F_{DRŽ} \cdot \sin(40^\circ)$$

$$F_{OPR} = 156,5 \text{ N}$$

Dobivenu silu podjelimo na dvije opruge i dobijemo

$$F_{OPR} = 78,3 \text{ N}$$

Mehanizam za držanje koncipiran je tako da iza tlačne opruge postoji vijak kojim se može po potrebi regulirati potrebna sila za držanje madraca i podnice u vertikalnom položaju. Vrijednost sile u opruzi može se kretati od 0 N do 190 N kao što se vidi na Slici 4.8.

PRORAČUN TLAČNIH OPRUGA

ŽICA: EN 10270-1 SM (DM) Ø 1,5

| | | |
|------------------------|----------|-------------------|
| d = | 1,50 | mm |
| D _m = | 4,70 | mm |
| i _f = | 20,00 | navoja |
| i _g = | 21,50 | navoja |
| L ₁ = | 40,00 | mm |
| f ₁ = | 5,00 | mm |
| L ₂ = | 37,00 | mm |
| f ₂ = | 8,00 | mm |
| h = | 3,00 | mm |
| L ₀ = | 45,00 | mm |
| L _{b nb.st} = | 33,75 | mm |
| L _{b b.st} = | 32,25 | mm |
| σ _M = | 2090,00 | N/mm ² |
| τ _{zul} = | 1045,00 | N/mm ² |
| G = | 81400,00 | N/mm ² |
| f _n = | 87,50 | mm |
| F _n = | 2170,62 | N |
| ρ = | 7850,00 | kg/m ³ |
| k = | 1,48 | |
| w = | 3,13 | |

| | | |
|-----------------------|----------|-------------------|
| c = | 24,807 | N/mm |
| c _{diagr.} = | 24,807 | N/mm |
| F ₁ = | 124,04 | N ±10% |
| F ₂ = | 198,46 | N ±10% |
| F _{dop} = | 294,53 | N |
| F _{dop(k)} = | 199,18 | N |
| f _{dop} = | 11,87 | mm |
| f _{dop(k)} = | 8,03 | mm |
| τ _{n(k)} = | 11388,21 | N/mm ² |
| t _{0 b.st} = | 2,19 | mm |
| l = | 317,46 | mm |
| m _{netto} = | 0,00440 | kg/kom |
| m _{brutto} = | 0,00454 | kg/kom |

Slika 4.8. Tabelarni prikaz rezultata proračuna tlačne opruge

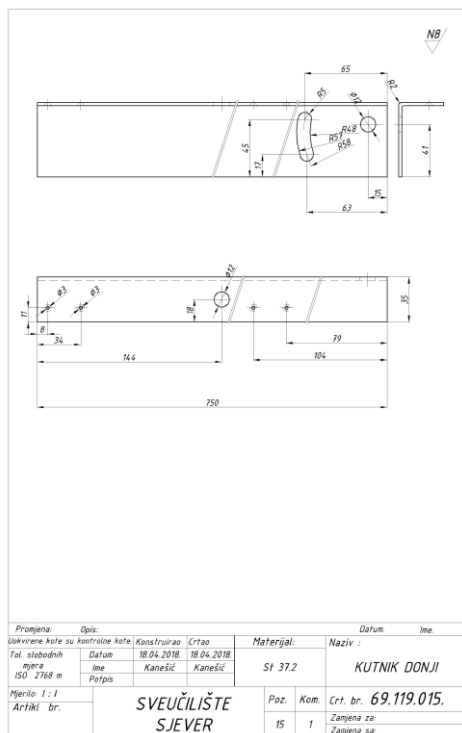
5. Definirati planiranu godišnju ukupnu količinu mehanizama te isporuku mjesečnu/kvartalnu/godišnju

Da bi mogli odrediti planirane količine mehanizama potrebno je bilo napraviti opsežno istraživanje tržišta. Kontaktirani su svi hrvatski proizvođači okova i većina proizvođača namještaja u Hrvatskoj. Analizom svih rezultata došlo se do procjene da bi u sadašnjem trenutku realna godišnja količina mehanizama bila oko 30.000 pari. Ta količina se treba ravnomjerno rasporediti na 12 mjeseci , što znači 2500 pari mjesečno.

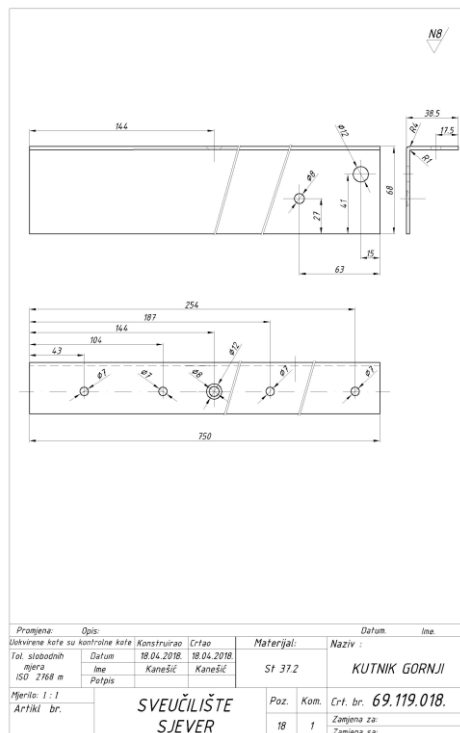
Mehanizmi bi se trebali raditi za skladište, proizvodnja će se organizirati u sklopu proizvodnje drugih okova, ali s mjesečnom količinom ne manjom od 2.500 pari, pogotovo u tijekom veljače do travnja kada je potražnja za okovima najveća.

6. Definiranje tehnološkog proces izrade cjelokupnog proizvoda po dijelovima mehanizma

6.1. Odabir primarnog procesa



Slika 6.1.1. Poz. 15 kutnik donji

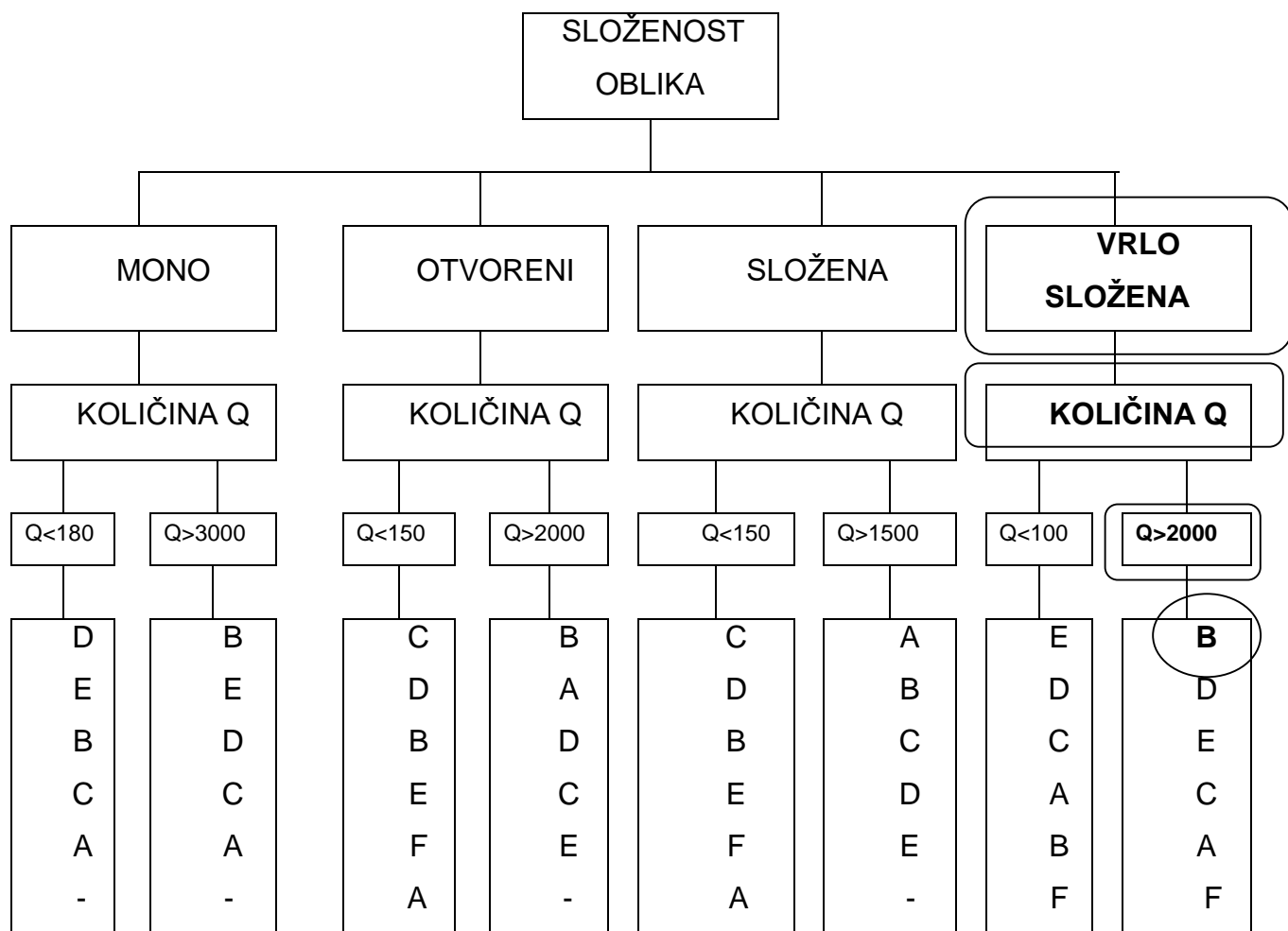


Slika 6.1.2. Poz. 18 kutnik gornji

Budući da su Poz. 15 i Poz.18 vrlo slične po obliku, odabir primarnog procesa radi se istovjetno

Poz 15 Slika 6.1.1. i Poz 18 Slika 6.1.2. Planirani broj komada : 30000 pari/god=60000 kom/god

Složenost oblika : veoma složena



A- oblikovanje iz taline (ljevanje)

B-oblikovanje metala deformiranjem (OMD)

C-oblikovanje odvajanjem čestica (OOČ)

D-oblikovanje spajanjem

E-oblikovanje sklapanjem

F-oblikovanje uvećavanjem izratka

Slika 6.1.3. Odabir primarnog procesa prema Halevi-ju [5] za Poz 15 i Poz 18

Budući da imamo velik broj komada , 60.000, i vrlo složen oblik , prema Halevi-ju ispada da nam je za primarni proces najpogodnija OMD (obrada metala deformiranjem) Slika 6.1.3.. Naš element ima tanku stjenku 2,5 mm i veću duljinu 750 mm , vrlo složenog je oblika i radi bolje obrade površine i točnosti odabiremo rad u hladnom stanju. Prema Slici 6.1.4. odbiremo OMD i to rad preše – štancanje. To i odgovara realnim uvjetima naše proizvodnje mehanizama koja se bazira na štancanju i zakivanju.

| Odabir OMD za relativno veliku količinu | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|--------------------|------|------|-----|
| | G11 | G12 | G13 | G14 | G21 | G22 | G23 | G24 |
| Hladni rad | | | | | | | | |
| Preciznost (mm) | 0,20 | 0,25 | 0,10 | x | 1,1 | 0,20 | 0,35 | 0,2 |
| Kvaliteta površine (µm) Ra | 1,5 | 1,0 | 2,5 | x | 1,5 | 1,0 | 0,8 | 1,0 |
| Topli rad | | | | | | | | |
| Preciznost (mm) | 0,30 | 0,38 | 0,15 | 0,20 | 2,0 | x | x | x |
| Kvaliteta površine (µm) Ra | 12,5 | 1,5 | 12,5 | 3,2 | 4,0 | x | x | x |
| Mono oblik | | | | | | | | |
| dugi dijelovi | | | | | | | | |
| jednolik presjek | | | | | | | | |
| debeli presjek | 1 | 2 | 3 | x | x | x | x | x |
| tanki presjek | 1 | 2 | 4 | x | x | x | 3 | x |
| promjenjiv presjek | | | | | | | | |
| debeli presjek | 1 | 2 | 3 | x | x | x | 4 | x |
| tanki presjek | 2 | 1 | 4 | x | x | x | 3 | x |
| kratki dijelovi | | | | | | | | |
| jednolik presjek | | | | | | | | |
| debeli presjek | 1 | 2 | x | x | x | x | 3 | 4 |
| tanki presjek | 2 | 3 | x | x | x | x | 1 | 4 |
| promjenjiv presjek | | | | | | | | |
| debeli presjek | 3 | 2 | x | x | x | x | 1 | 4 |
| tanki presjek | 4 | 3 | x | x | x | x | 1 | 2 |
| Otvoren oblik | | | | | | | | |
| debeli presjek | x | x | x | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| tanki presjek | x | x | x | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| Složeni oblik | | | | | | | | |
| debeli presjek | x | x | x | 1 | x | 2 | 4 | 3 |
| tanki presjek | x | x | x | 2 | x | 1 | 4 | 3 |
| Vrlo složeni oblik | | | | | | | | |
| tanki presjek | x | x | x | x | x | x | 2 | 1 |
| G11 valjanje | | | | | G21 optiskivanje | | | |
| G12 ekstruzija | | | | | G22 duboko vučenje | | | |
| G13 kovanje u ukovnju | | | | | G23 savijanje | | | |
| G14 kovanje | | | | | G24 rad preše | | | |

Slika 6.1.4. Odabir OMD-a za Poz 15 i Poz 18 prema Halevi-ju [5]

Pošto radimo poboljšanje mehanizma, u samom startu je bio cilj da koristimo postojeće elemente mehanizma, a samim tim i postojeće alate i naprave. Nove pozicije na mehanizmu su kutnik donji i gornji pa je zbog toga i na njima određivan primarni proces. Izrada mehanizama za krevete je specifična proizvodnja koja se zasniva na štancanju limova, savijanju, zakivanju i eventualno zavarivanju. Zbog toga će se dijelovi mehanizma koji zahtijevaju strojnu obradu naručivati kod kooperanata. Konačni pregled cijena dan je u Tabeli 6.3.1.

6.2. Razrada tehnoloških lista

Tehnološki podaci u tehnološkim listama dobiveni su dugogodišnjim praćenjem u proizvodnji. Za sve radne operacije vremena izrade snimljena su kronometrom prema svim pravilima studija rada, kroz duži niz godina. Tehnološke liste date su u Prilogu 2.

6.3. Izračun cijene koštanja i potrebnog vremena za za izradu

| Rb | Poz | Ti h | Tpz h | Cij. Mat. Kn | Cij. Rad Kn | Vanj. Usl. Kn | Uk. Cij. Kn/kom | Uk. sati |
|-----------|-----|---------|----------|-----------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| 1 | 1 | 0,00306 | 2,00 | 3,41 | 0,50 | 0,00 | 3,91 | 94 |
| 2 | 2 | 0,00162 | 0,50 | 2,64 | 0,26 | 0,00 | 2,90 | 49 |
| 3 | 3 | 0,00132 | 0,50 | 1,10 | 0,21 | 0,00 | 1,31 | 40 |
| 4 | 6 | | | 0,56 | | 0,56 | 0,56 | |
| 5 | 7 | | | 0,58 | | 0,58 | 0,58 | |
| 6 | 8 | | | 1,70 | | 1,70 | 1,70 | |
| 7 | 9 | | | 1,75 | | 1,75 | 1,75 | |
| 8 | 10 | | | 0,60 | | 0,60 | 0,60 | |
| 9 | 11 | | | 2,76 | | 2,76 | 2,76 | |
| 10 | 12 | | | 12,60 | | 12,60 | 12,60 | |
| 11 | 13 | | | 1,87 | | 1,87 | 1,87 | |
| 12 | 14 | | | 1,32 | | 0,00 | 1,32 | |
| 13 | 15 | 0,00468 | 4,00 | 0,88 | 0,77 | 0,00 | 1,65 | 144 |
| 14 | 16 | | | 6,00 | | 6,00 | 6,00 | |
| 15 | 17 | | | 0,40 | | 0,40 | 0,40 | |
| 16 | 18 | 0,00468 | 4,00 | 0,99 | 0,77 | 0,00 | 1,76 | 144 |
| 17 | 19 | | | 0,90 | | 0,90 | 0,90 | |
| 18 | 20 | | | 2,90 | | 2,90 | 2,90 | |
| 19 | 21 | | | 0,25 | | 0,25 | 0,25 | |
| 20 | 22 | | | 0,30 | | 0,30 | 0,30 | |
| 21 | 23 | | | 5,70 | | 5,70 | 5,70 | |
| 22 | 24 | 0,00148 | 3,50 | 0,02 | 0,24 | 0,00 | 0,26 | 48 |
| 23 | 25 | | | 4,10 | | 4,10 | 4,10 | |
| 24 | 26 | | | 2,70 | | 2,70 | 2,70 | |
| 25 | 102 | 0,07012 | 8,00 | | 11,26 | 0,00 | 11,26 | 2111 |
| 26 | 103 | 0,00294 | 2,00 | | 0,48 | 0,00 | 0,48 | 90 |
| 27 | 104 | 0,03988 | 4,00 | | 6,40 | 0,00 | 6,40 | 1200 |
| SVEUKUPNO | | | | 56,03 | 20,90 | 45,67 | 76,93 | 3922 |

Tabela 6.3.1.. Prikaz izračuna cijene koštanja gotovog mehanizma za 1 KOMAD

Podaci u tabeli 6.3.1. dobiveni su iz tehnoloških lista (Prilog 2) , te iz ponuda kooperanata i dobavljača materijala .

Za Poz. 15 potrebno je izraditi novi alat. Ponude za alat dobivene su iz 5 alatnica . Odabrana je optimalna ponuda po cijeni i roku izrade. Cijena alata iznosi 28.000,0 Kn i rok izrade 30 dana.

Za Poz. 18 potrebna je dorada na alatu. Cijena dorade je 8.300,0 Kn uz rok 10 dana

Iz direktnih troškova pomoću koeficijenata dobivaju se i ostali troškovi.

Prema dostupnim podacima :

Opći režijski troškovi – direktni troškovi x 0,5667

Fiksni ostali troškovi – direktni troškovi x 0,0844

Varijabilni ostali troškovi– direktni troškovi x 0,1091

Dobit - 10% od ukupne cijene mehanizma

Ukupni korekcionni faktor = $0,5667 + 0,0844 + 0,1091 + 0,1 = 0,8602$

Prodajna cijena mehanizma za 1 KOMAD je $76,93 \times 1,8602 = 143,1$ Kn

Ostvarena dobit za 30.000,0 pari (60.000,0 kom) bila bi 858.600,0 Kn

Vidljivo je da bi investicija u alat i doradu alata bila zanemarivo mala u odnosu na dobit, alat bi se isplatio u u prvoj godini rada. (Dobit je veća 23,65 puta !)

7. Zaključak

Prezentiranim poboljšanjima na mehanizmu za podizanje kreveta pokazana je moguća sinergija funkcionalnosti, ergonomije i na kraju cijene koštanja mehanizma.

Za polaznu točku realizacije poboljšanja uzeti su mehanizmi koji se zasnivaju na principu druge inverzije zglobnog četverokuta. Paleta mehanizama koji su time obuhvaćeni je vrlo velika, pa je i primjenjivost ovog poboljšanja univerzalna. Može se koristiti i za uzdužno i za bočno podizanje, za kutove podizanja od 20° do 60°. Isto tako poboljšanje nije vezano za određenog proizvođača okova, nego je primjenjivo na okove svih proizvođača. Sistem «klackalice» vrlo je jednostavan i lako se primjenjuje.

Na početku je dan prikaz postojećih mehanizama sa njihovim karakteristikama. Analizom postojećih mehanizama, uvažavanjem pravila i preporuka ergonomije i biomehanike, došlo se do konstrukcije poboljšanog mehanizma. Zatim je proračunom potvrđena nosivost glavnog nosača (gornjeg kutnika) i njegov progib. Proračun je rađen prema standardnoj proceduri iz Nauke o čvrstoći, a kasnije je kontroliran metodom konačnih elemenata (MKE), najprije statički, a kasnije i dinamičkom analizom.

Tehnološka razrada bazirana je na ideji da se za izradu koriste postojeći alati i naprave za izradu mehanizama. Proizvodnja okova i mehanizama je vrlo specifična i izvodi se prvenstveno štancanjem i zakivanje, a eventualno i zavarivanjem.

Poz. 15 je nova i za nju je potrebno napraviti novi alat. Za Poz. 18 treba postojeći alat preraditi. Ostale štancane pozicije preuzimaju se u svojem osnovnom obliku.

Pozicije koje zahtijevaju strojnu obradu izvode se kod kooperanata jer bi bilo iluzorno nabavljati strojeve za tako male serije.

Dobivena cijena koštanja gotovog mehanizma vrlo je konkurentna, jer je samo 20% skuplja od klasičnih mehanizama za krevete.

Daljnji razvoj ovog i sličnih mehanizama tekao bi u smjeru da se na taj način poboljša cijela «familija» mehanizama pojedine tvrtke. Primjenom simulacija, korištenjem MKE-a u kontroli naprezanja i deformacija, i na kraju parametarskim modeliranjem mehanizama, smanjilo bi se vrijeme potrebno za usvajanje poboljšanih mehanizama.

Varaždin, 20.06.2018. _____

Sveučilište
SjeverSVEUČILIŠTE
SJEVERIZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, ANDELKO KAHESIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Unapređenje funkcionalnosti mehanizma za dizanje kreveta (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, ANDELKO KAHESIC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Unapređenje funkcionalnosti mehanizma za dizanje kreveta (upisati naslov) čiji sam autor/ica. Mehanizma za dizanje kreveta

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

8. Literatura

- [1] Davorin Bazijanac, Osnovi teorije mehanizama ,Tehnička knjiga Zagreb, 1963
- [2] Predrag Ćosić, izborni kolegij, Studij rada i osnove ergonometrija , 2017-2018 prezentacija sa predavanja
- [3] Juraj Saucha Vježbe iz nauke o čvrstoći I – 3. dio ; rukopis sa vježbi i predavanja, Zagreb 1991
- [4] Muftić, Osman; Veljović, Fikret; Jurčević Lulić, Tanja; Milčić, Diana, Osnovi ergonomije, Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, 2001
- [5] Gideon Halevi:”Principles of process planning”,Chapman & Hall, 1995
- [6] OPRUGA metalni proizvodi d.d. –prodajni katalog , 2013
- [7] HD Beschlaege HODRY METALLWARENWERK, prodajni katalg Wien - 2003
- [8] HD Beschlaege HODRY METALLWARENWERK, prodajni katalog Wien - 1998
- [9] HD Beschlaege HODRY METALLWARENWERK, prodajni katalog Wien - 2002
- [10] FUNKTIONS BESCHLAEGE - STAWETT, prodajni katalog Wetter, Ruhr - 2015
- [11] ULMER Verbindungselemente, katalog, Wien 06/2001
- [12] Grupa autora, Inženjerski priručnik IP4 , Školska knjiga Zagreb, 2004
- [13] Grupa autora, Inženjerski priručnik IP1 , Školska knjiga Zagreb, 1996
- [14] Bojan Kraut , Strojarski priručnik, Sajema, Zagreb 2009
- [15] Grupa autora, urednik Branko Kovač, Praktičar I, Školska knjiga, Zagreb, 1973
- [16] Grupa autora, urednik Branko Kovač , Praktičar II, Školska knjiga, Zagreb, 1973
- [17] Davorin Bazijanac, Tehnička mehanika , Statika ,Tehnička knjiga Zagreb, 1963

Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 1.1. Primjer kreveta modernog dizajna sa mehanizmom za podizanje | 6 |
| Slika 1.2. Izgled podnice sa elastičnim letvicama dimenzija 900x2000 mm | 7 |
| Slika 1.3. «džepići» za pričvršćenje elastičnih lameliranih letvica | 7 |
| Slika 1.4. Dvostruka podnica sa elastičnim letvicama 50x8 mm | 8 |
| Slika 1.5. Presjek madraca od „džepičaste“ opružne jezgre | 8 |
| Slika 1.6. madrac napravljen od spužve | 9 |
| Slika 1.7. uzdužni presjek kreveta sa ugrađenim mehanizmom za podizanje i podnicom..... | 10 |
| Slika 1.8. francuski ležaj sa dvostrukom podnicom i mehanizmom za podizanje | 10 |
| Slika 1.9. krevet sa poprečnim podizanjem i ugrađenim lift mehanizmom za podizanje | 11 |
| Slika 1.10. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip 17 C [6] | 11 |
| Slika 2.1. . Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip A [7] | 12 |
| Slika 2.2. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip B [8] | 12 |
| Slika 2.3. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip C [9] | 12 |
| Slika 2.4. Mehanizam za bočno podizanje podnice kreveta tip D [10] | 13 |
| Slika 2.5. Mehanizam za bočno i uzdužno podizanje kreveta [6] | 14 |
| Slika 2.6. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta [6] | 14 |
| Slika 2.7. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta [6] | 15 |
| Slika 2.8. mehanizam za uzdužno podizanje kreveta 26 B lift [6] | 15 |
| Slika 2.9. Primjer mehanizam sa funkcijom „horizontalnog podizanja“– stražnja strana | 16 |
| Slika 2.10. Primjer mehanizam sa funkcijom „horizontalnog podizanja“- prednja strana..... | 16 |
| Slika 2.11. Pomaci u smjeru osi y | 17 |
| Slika 2.12. Pomaci u smjeru osi z..... | 17 |
| Slika 2.13. Raspored naprezanja po cijeloj konstrukciji mehanizma | 18 |
| Slika 2.14. Prikaz koeficijenta sigurnosti po cijeloj konstrukciji mehanizma..... | 18 |
| Slika 2.1.1. Opći oblik zglobnog četverokuta [1] | 20 |
| Slika 2.1.2. Druga, prva i treća modifikacija zglobnog četverokuta [1]..... | 21 |
| Slika 2.5.1 Pravilno podizanje i prenošenje tereta [2] | 25 |
| Slika 2.5.3. Opterećenje diska između trećeg i četvrtog lumbalnog kralješka [2] | 27 |
| Slika 3.1. Mehanizam kakav bi se želio napraviti | 28 |
| Slika 3.2. Prikaz kinematike i principa djelovanja poboljšanja mehanizma | 29 |
| Slika 3.3. Varijanta 1 poboljšanog mehanizma | 30 |
| Slika 3.4. Varijanta 2 poboljšanog mehanizma | 30 |
| Slika 3.5. Varijanta 3 poboljšanog mehanizma | 31 |
| Slika 3.6. Varijanta 4 poboljšanog mehanizma | 31 |

| | |
|--|----|
| Slika 3.7 Model varijante odabranog poboljšanog mehanizma..... | 32 |
| Slika 3.1.1. Skica za proračun naprezanja i progiba nosača..... | 33 |
| Slika 3.1.2. Dimenzije nosača za proračun..... | 34 |
| Slika 3.1.3. Koordinatni sistemi za određivanje težišta nosača..... | 34 |
| Slika 3.1.4. Projekcije momenata savijanja na glavne osi..... | 36 |
| Slika 3.1.5. Skica opterećenja nosača za izračun momenta savijanja | 37 |
| Slika 3.1.6. Projekcije momenata savijanja na glavne osi..... | 38 |
| Slika 3.1.7. Koordinate y, i, z , točaka presjeka nosača..... | 38 |
| Slika 3.1.8. Raspored naprezanja u karakterističnim točkama nosača | 40 |
| Slika 3.1.9. Skica opterećenja, progiba i položaja neutralne linije..... | 41 |
| Slika 3.1.10. Raspored naprezanja dobiven MKE –metodom aplikacijom SOLIDWORKS 2017 | 42 |
| Slika 3.3.1. Dijagram sila na plinskoj opruzi | 48 |
| Slika 3.2.2. Atest plinske opruge $\phi 22 \times 385$ 900 N tvrtke TST - Turska | 49 |
| Slika 4.1. Maksimalno trajanje mišićnog napora [4]..... | 51 |
| Slika 4.2. Guranje tereta od tijela s jednom rukom[4]..... | 52 |
| Slika 4.3. Dvoručno guranje i potezanje tereta[4] | 52 |
| Slika 4.4. Prikaz vremenskih promjena intraabdominalnih tlakova ispitanika u gibanju iz stojećeg stava u čučanj i obrnuto , bez tereta[4] | 53 |
| Slika 4.5. Prikaz vremenskih promjena intraabdominalnih tlakova ispitanika u gibanju iz stojećeg stava u čučanj, uzimanje tereta mase 10 i 20 kg, te podizanje sa njima[4] | 53 |
| Slika 4.6. Dijagram raspodjela lumbalnih momenata kod muških ispitanika za uspravan, polupognut, i pognut stav u zavisnosti od dobi ispitanika [4] | 55 |
| Slika 4.7. Sile kod dizanja kreveta | 56 |
| Slika 4.8. Tabelarni prikaz rezultata proračuna tlačne opruge | 57 |
| Slika 6.1.1. Poz. 15 kutnik donji..... | 59 |
| Slika 6.1.2. Poz. 18 kutnik gornji | 59 |
| Slika 6.1.3. Odabir primarnog procesa prema Halevi-ju [5] za Poz 15 i Poz 18..... | 60 |
| Slika 6.1.4. Odabir OMD-a za Poz 15 i Poz 18 prema Halevi-ju [5] | 61 |
| Slika 9.3.1. Stroj za testiranje sila i trajnosti plinskih opruga | 92 |
| Slika 9.4.1. Tabelarni prikaz testiranja trajnost, nosivosti i kliznih karakteristika zakovica – test 12/2108 | 94 |
| Slika 9.4.2. Tabelarni prikaz testiranja trajnosti i nosivosti zakovica u kliznom ležaju – test 23/2018..... | 95 |
| Slika 9.4.3. Naprava za testiranje zakovica i zakovanih spojeva | 96 |

| | |
|---|-----|
| Slika 9.4.4. Primjer pune zakovice i pobakrenog kliznog ležaja korištenog na testu..... | 96 |
| Slika 9.4.5. Primjer ispitnog sklopa za testiranje zakovica sa kliznim ležajevima | 97 |
| Slika 9.5.1. Paletni robot za zavarivanje | 98 |
| Slika 9.5.2. Linija za štancanje sa prešom od 160 tona | 98 |
| Slika 9.5.3. Linija za štancanje sa prešom 200 tona | 99 |
| Slika 9.5.4. Univerzalni rotacioni stroj za zakivanje | 99 |
| Slika 9.5.5. Univerzalni alat za savijanje pozicija | 100 |

Popis tabela

| | |
|--|----|
| Tabela 3.1. Prikaz vrednovanja varijanti po kriterijima | 32 |
| Tabela 6.3.1. Prikaz izračuna cijene koštanja gotovog mehanizma za 1 KOMAD | 62 |
| Tabela 9.2.1. <i>Tehnološka lista za Poz. 1</i> | 83 |
| Tabela 9.2.2. <i>Tehnološka lista za Poz. 2</i> | 84 |
| Tabela 9.2.3. <i>Tehnološka lista za Poz. 3</i> | 85 |
| Tabela 9.2.4. <i>Tehnološka lista za Poz. 15</i> | 86 |
| Tabela 9.2.5. <i>Tehnološka lista za Poz. 18</i> | 87 |
| Tabela 9.2.6. <i>Tehnološka lista za Poz. 24</i> | 88 |
| Tabela 9.2.7. <i>Tehnološka lista za Poz. 102</i> | 89 |
| Tabela 9.2.8. <i>Tehnološka lista za Poz. 103</i> | 90 |
| Tabela 9.2.9. <i>Tehnološka lista za Poz. 101</i> | 91 |

9. Prilozi

Prilog 1 Sastavni i radionički nacrti mehanizma

Prilog 2 Tehnološke liste za izradu mehanizma

Prilog 3 Slike i tabela ispitivanja plinske opruge 900 N ϕ 22x385 mm

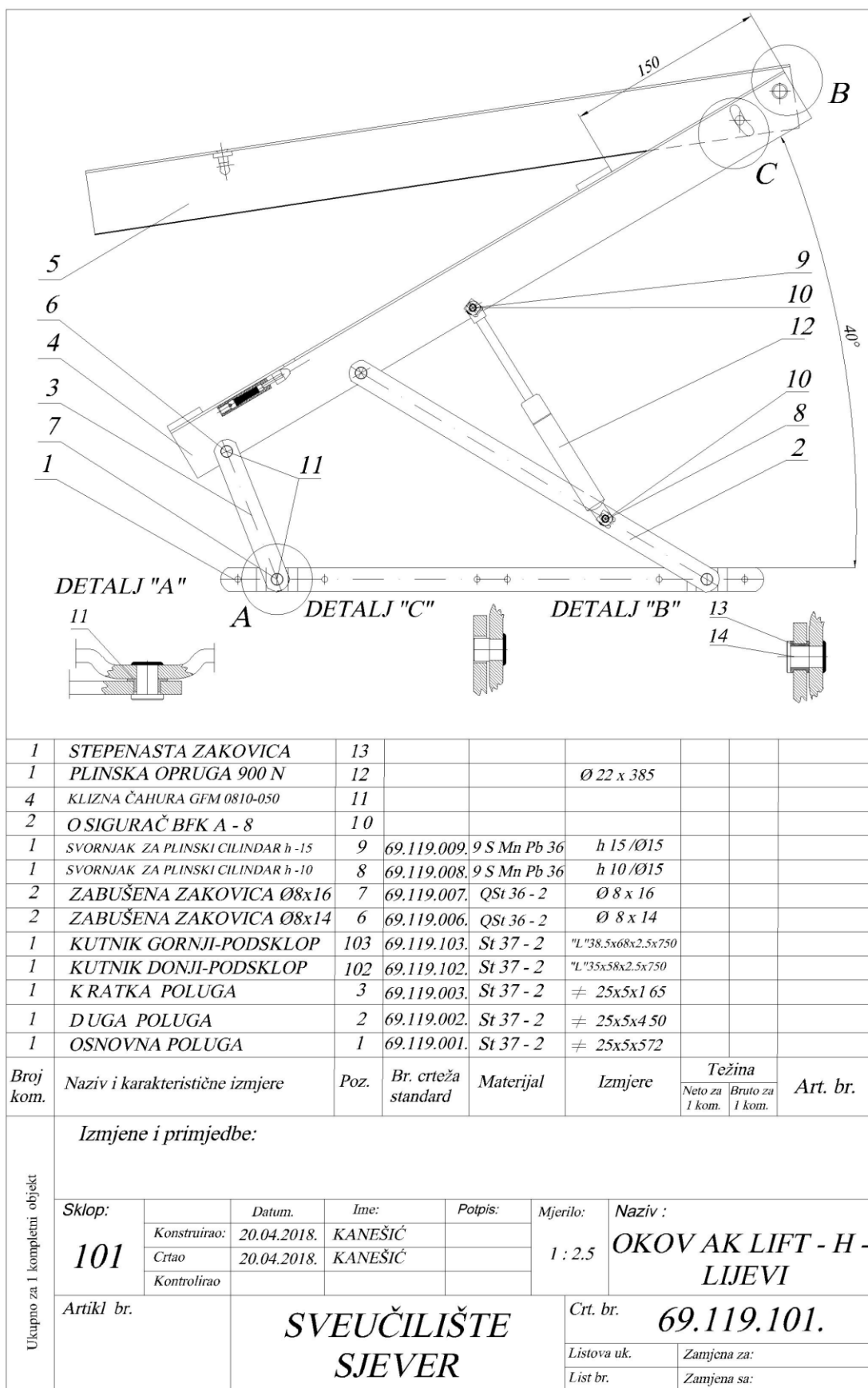
Prilog 4 Slike i tabele ispitivanja zakovica i zakovanih spojeva

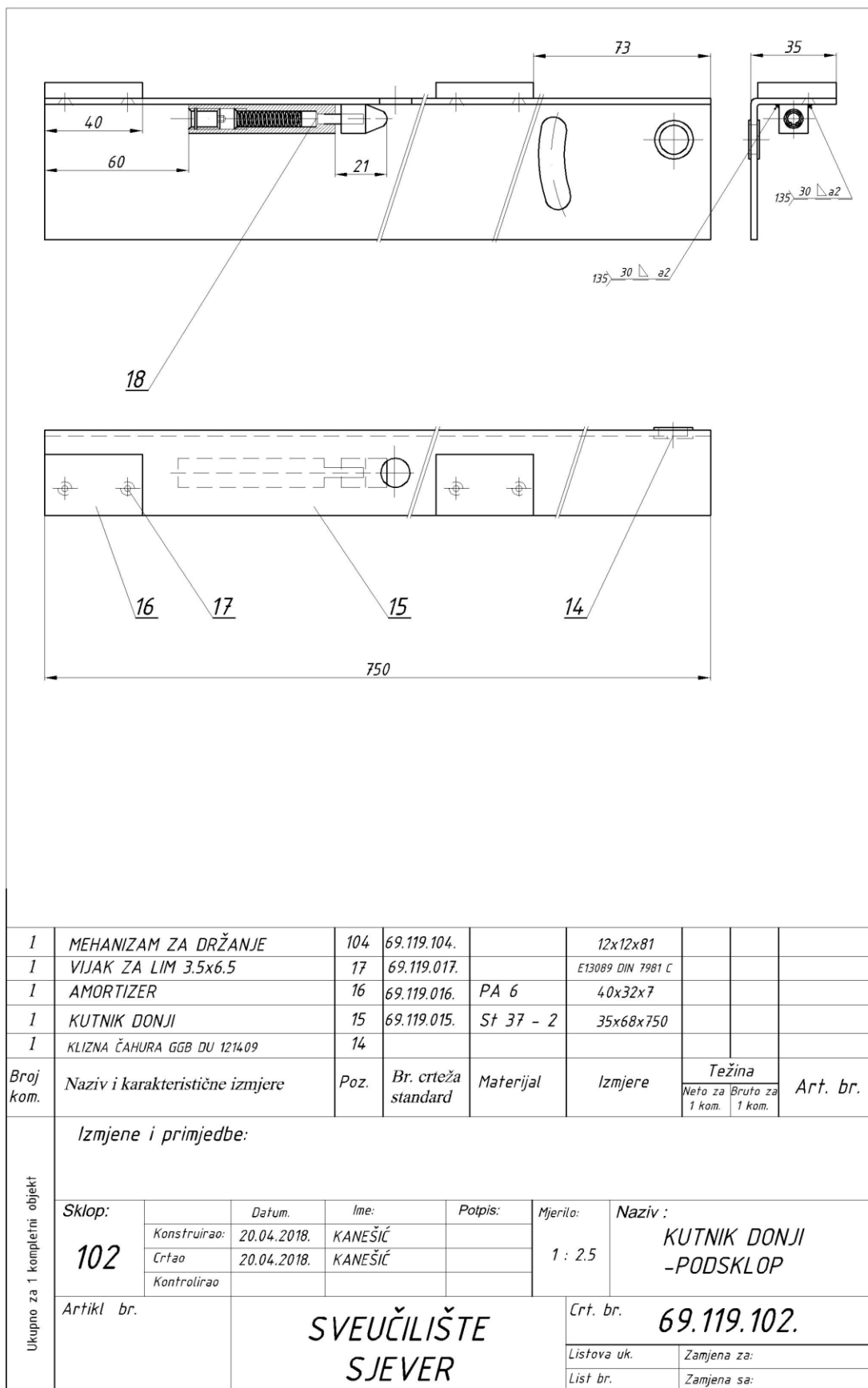
Prilog 5 Strojevi potrebni za realizaciju mehanizma

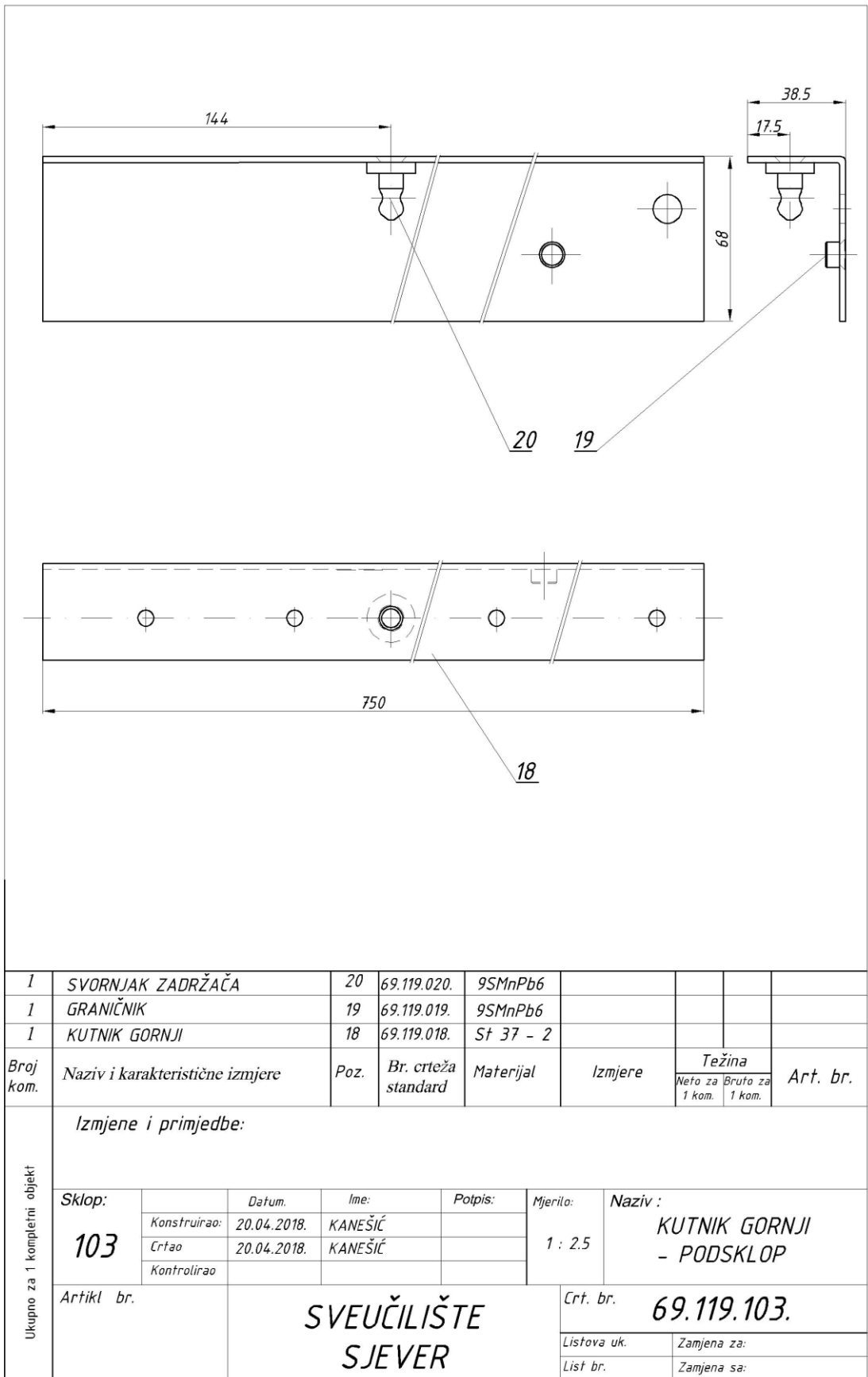
Prilog 6 Dinamička analiza naprezanja i pomaka nosača (kutnik gornji)

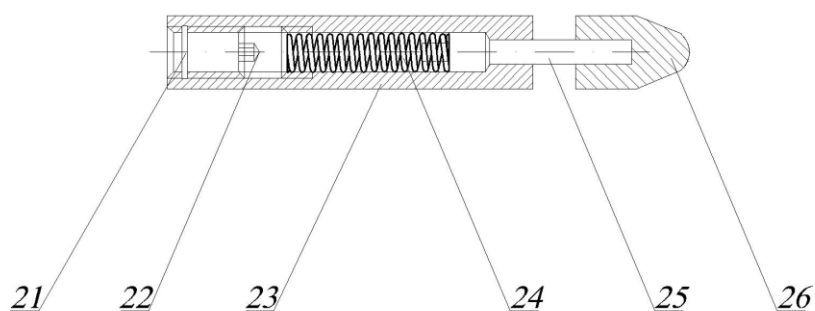
9.1. Prilog 1 Sastavni i radionički nacrti mehanizma

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| 1 | MEHANIZAM ZA DRŽANJE | 104 | 69.119.104. | | 12x12x81 | | | |
| 1 | KUTNIK GORNJI-PODSKLOP | 103 | 69.119.103. | | "L"37.5x68x2.5x750 | | | |
| 1 | KUTNIK DONJI-PODSKLOP | 102 | 69.119.102. | | "L"35x58x2.5x750 | | | |
| 1 | VRH ZADRŽAČA | 26 | 69.119.026. | PA 6 | | | | |
| 1 | OSOVINICA | 25 | 69.119.025. | 9SMnPb6 | St 37 - 2 | | | |
| 1 | TLAČNA OPRUGA | 24 | 69.119.024. | Opružna žica EN10270 SM Ø1.5 | | | | |
| 1 | KUČIŠTE | 23 | 69.119.023. | 9SMnPb6 | St 37 - 2 | | | |
| 1 | VIJAK ZA NAPINJANJE OPRUGE M8x6 | 22 | 69.119.022. | | E08328 DIN 913 | | | |
| 1 | SEGER OSIGURAČ Ø 8 UNUTARNJI | 21 | 69.119.021. | | E07759 DIN 472 | | | |
| 1 | SVORNJAK ZADRŽAČA | 20 | 69.119.020. | 9SMnPb6 | | | | |
| 1 | GRANIČNIK | 19 | 69.119.019. | 9SMnPb6 | | | | |
| 1 | KUTNIK GORNJI | 18 | 69.119.018. | St 37 - 2 | 38,5x68x750 | | | |
| 1 | VIJAK ZA LIM 3.5x6.5 | 17 | 69.119.017. | | E13089 DIN 7981 C | | | |
| 1 | AMORTIZER PA6 | 16 | 69.119.016. | PA 6 | 40x32x7 | | | |
| 1 | KUTNIK DONJI | 15 | 69.119.015. | St 37 - 2 | 35x58x750 | | | |
| 1 | KLIZNA ČAHURA GGB DU 121409 | 14 | 69.119.014. | | | | | |
| 1 | STEPENASTA ZAKOVICA | 13 | 69.119.013. | QSt 36 - 2 | | | | |
| 1 | PLINSKA OPRUGA 900 N | 12 | 69.119.012. | | Ø 22 x 385 | | | |
| 4 | KLIZNA ČAHURA GFM 0810-050 | 11 | 69.119.011. | | | | | |
| 2 | O SIGURAČ BFK A - 8 | 10 | 69.119.010. | | | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -15 | 9 | 69.119.009. | 9 S Mn Pb 36 | h 15 /Ø15 | | | |
| 1 | SVORNJAK ZA PLINSKI CILINDAR h -10 | 8 | 69.119.008. | 9 S Mn Pb 36 | h 10 /Ø15 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x16 | 7 | 69.119.007. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 16 | | | |
| 2 | ZABUŠENA ZAKOVICA Ø8x14 | 6 | 69.119.006. | QSt 36 - 2 | Ø 8 x 14 | | | |
| 1 | K RATKA POLUGA | 3 | 69.119.003. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x1 65 | | | |
| 1 | DUGA POLUGA | 2 | 69.119.002. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x4 50 | | | |
| 1 | OSNOVNA POLUGA | 1 | 69.119.001. | St 37 - 2 | ≠ 25x5x572 | | | |
| Broj kom. | Naziv i karakteristične izmjere | Poz. | Br. crteža standard | Materijal | Izmjere | Težina Neto za 1 kom. Bruto za 1 kom. | | Art. br. |
| Ukupno za 1 kompletni objekt | Izmjene i primjedbe: | | | | | | | |
| | Sklop: | | Datum. | Ime: | Potpis: | Mjerilo: | Naziv : | |
| | 101 | Konstruirao: | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | 1 : 2.5 | OKOV - LIFT - H LIJEVI | |
| | | Crtao | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | | | |
| | | Kontrolirao | | | | | | |
| | Artikl br. | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Crt. br. 69.119.101. | | |
| | | | | | | Listova uk. | Zamjena za: | |
| | | | | | List br. | Zamjena sa: | | |

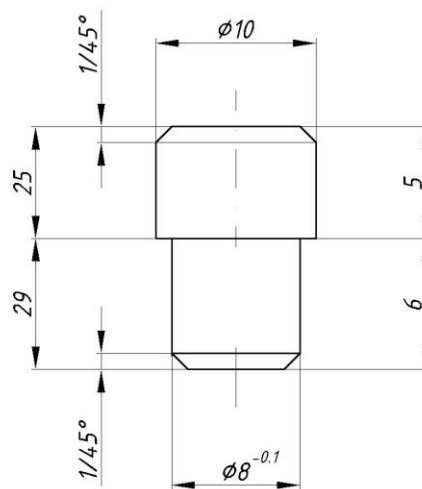






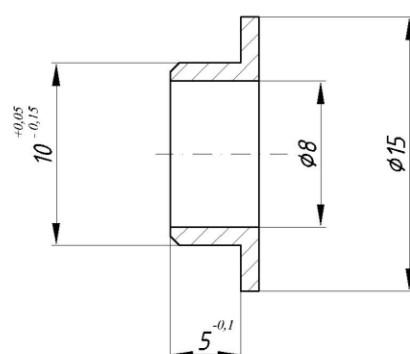


| | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------|-------------------|-------------------------|----------|
| 1 | VRH ZADRŽAČA | 26 | 69.119.026. | PA 6 | | | | |
| 1 | OSOVINICA | 25 | 69.119.025. | St 37 - 2 | | | | |
| 1 | TLAČNA OPRUGA | 24 | 69.119.024. | Opružna žica EN10270 SM Ø1.5 | | | | |
| 1 | KUČIŠTE | 23 | 69.119.023. | St 37 - 2 | | | | |
| 1 | VIJAK ZA NAPINJANJE OPRUGE | 22 | 69.119.022. | | | | | |
| 1 | SEGER OSIGURAČ | 21 | 69.119.021. | St 37 - 2 | | | | |
| Broj kom. | Naziv i karakteristične izmjere | Poz. | Br. crteža standard | Materijal | Izmjere | Težina | | Art. br. |
| | | | | | | Neto za 1 kom. | Bruto za 1 kom. | |
| Ukupno za 1 kompletni objekt | Izmjene i primjedbe: | | | | | | | |
| | Sklop: | | Datum. | Ime: | Potpis: | Mjerilo: | Naziv : | |
| | 104 | Konstruirao: | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | 2 : 1 | MEHANIZAM ZA DRŽANJE | |
| | | Crtao | 20.04.2018. | KANEŠIĆ | | | | |
| | | Kontrolirao | | | | | | |
| | Artikl br. | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | | Crt. br. | 69.119.104. | |
| | | Listova uk. | Zamjena za: | | | List br. | Zamjena sa: | |



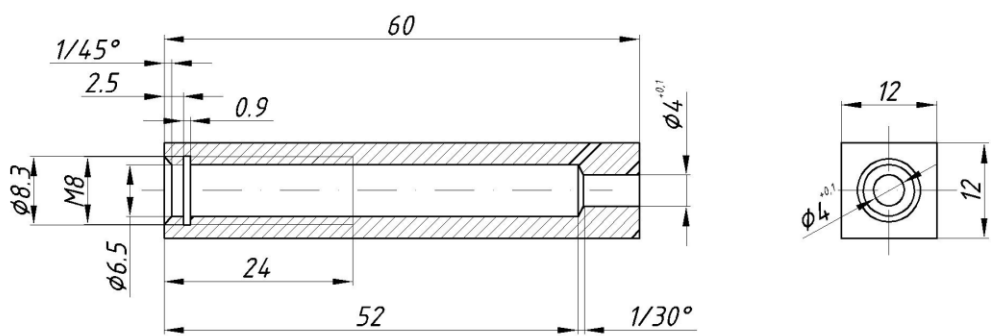
| Promjena: | | Opis: | | Datum. | | | | Ime. | |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|-------------|------------|------|-----------|----------------------|------|--|
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | | Naziv : | | | |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | 9SMnPb36 | | GRANIČNIK | | | |
| | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | | | |
| | Potpis | | | | | | | | |
| Mjerilo: | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.019. | | |
| Artikl br. | | | | | 19 | 1 | Zamjena za: | | |
| | | | | | | | Zamjena sa: | | |

N8



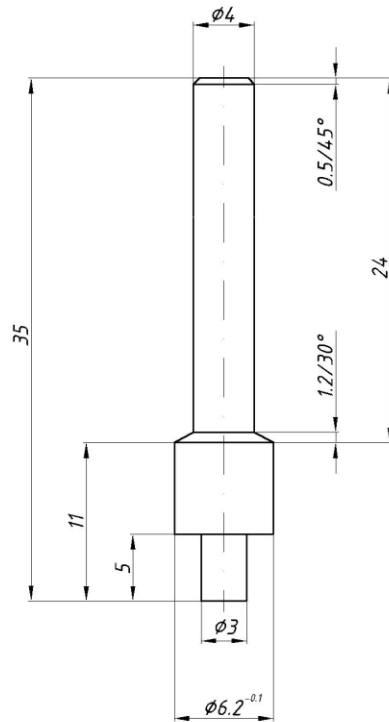
| Promjena: | | Opis: | | Datum: | | Ime: | |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|-------------|-------------|------|--------------------------------|----------------------|
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | | Naziv : | |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | IGLIDUR - G | | KLIZNA ČAHURA GFM Ø8/10 x 5 | |
| | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | |
| | Potpis | | | | | | |
| Mjerilo: | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.011. |
| Artikl br. | | | | | 11 | 4 | Zamjena za: |
| | | | | | | | Zamjena sa: |

N8

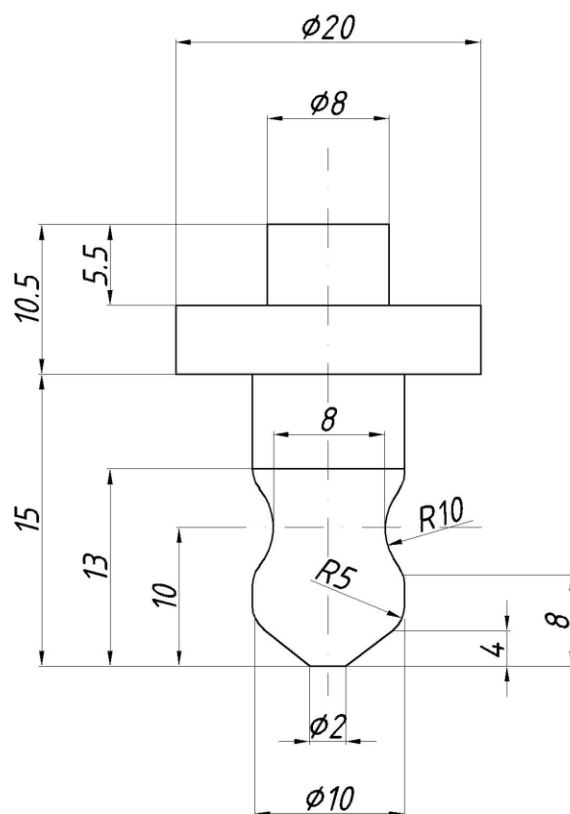


| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|-------------|------------|------|----------------------|--|
| Promjena: | | Opis: | | Datum: | | Ime: | |
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | | Naziv : | |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | 9SMnPb36 | | KUČIŠTE | |
| | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | |
| | Potpis | | | | | | |
| Mjerilo: | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.023. | |
| Artikl br. | | | | 23 | 1 | Zamjena za: | |
| | | | | | | Zamjena sa: | |

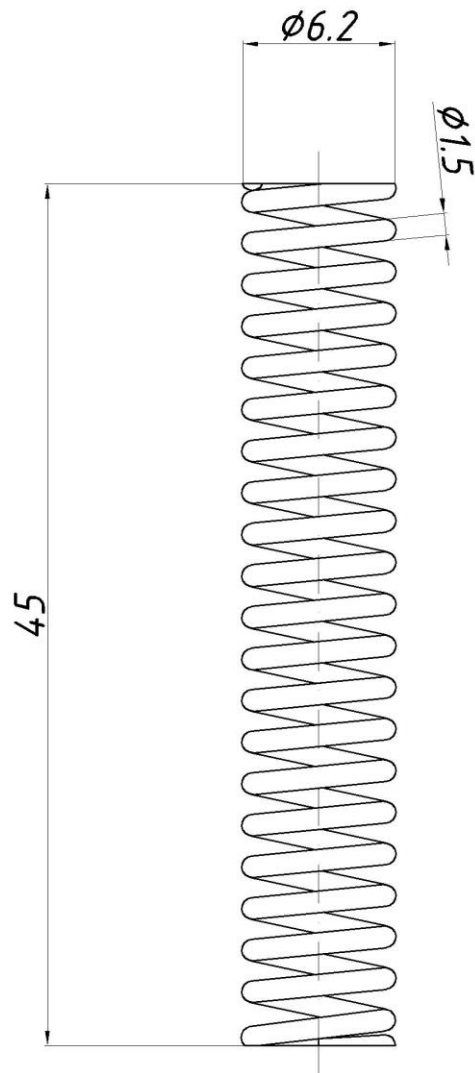
N8



| Promjena: | | Opis: | | Datum: | | Ime: | |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|------------|------|----------------------|--|
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | | Naziv : | |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | 9SMnPb36 | | OSOVINICA | |
| | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | |
| | Potpis | | | | | | |
| Mjerilo: 2.5 : 1 | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.025. | |
| Artikl br. | | | | 25 | 1 | Zamjena za: | |
| | | | | | | Zamjena sa: | |



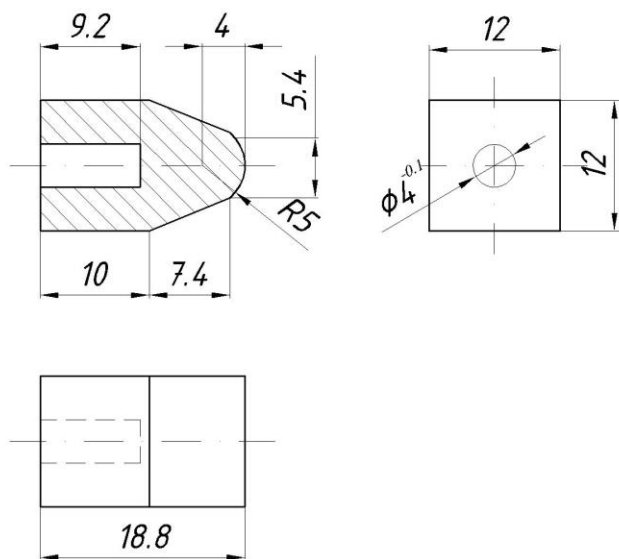
| Promjena: | Opis: | Datum. | | Ime. |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|----------------------|
| Uokvirene kote su kontrolne kote | Konstruirao | Crtao | Materijal: | Naziv : |
| Tol. slobodnih mjera | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | SVORNJAK ZADRŽAČA |
| ISO 2768 m | Ime | Kanešić | Kanešić | |
| | Potpis | | | |
| Mjerilo: 5 : 1 | SVEUČILIŠTE SJEVER | | Poz. | Kom. |
| Artikl br. | | | 20 | 1 |
| | | | | |
| | | | | Crt. br. 69.119.020. |
| | | | | Zamjena za: |
| | | | | Zamjena sa: |



UKUPNO 21.5 NAVOJA

RADNIH NAVOJA 20

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|-------------|---------------------------------|-------|---------------|----------------------|
| Promjena: | | Opis: | | Datum. | | Ime. | |
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | Naziv : |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | Opružna žica EN10270 SM Ø1.5 | | TLAČNA OPRUGA | |
| | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | |
| | Potpis | | | | | | |
| Mjerilo: 1 : 1 | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.024. |
| Artikl br. | | | | | 24 | 1 | Zamjena za: |
| | | | | | | | Zamjena sa: |



| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------|-------------|-------|------------|--------------|----------------------|
| Promjena: | | Opis: | | Datum. | | Ime. | | |
| Uokvirene kote su kontrolne kote | | | | Konstruirao | Crtao | Materijal: | Naziv : | |
| Tol. slobodnih mjera ISO 2768 m | | Datum | 18.04.2018. | 18.04.2018. | PA 6 | | VRH ZADRŽAČA | |
| | | Ime | Kanešić | Kanešić | | | | |
| | | Potpis | | | | | | |
| Mjerilo: 5 : 1 | | SVEUČILIŠTE SJEVER | | | | Poz. | Kom. | Crt. br. 69.119.026. |
| Artikl br. | | | | | | 26 | 1 | Zamjena za: |
| | | | | | | | | Zamjena sa: |

9.2. Prilog 2 Tehnološke liste za izradu mehanizma

| | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|------------------|----------|---------|---------|------------------|----------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | | |
| | | 60 000 | | | | | | | |
| 1 | PROIZVOD | | POZICIJA | | | | CRTEŽ | | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | | OSNOVNA POLUGA | | | | 69-119-001 | | |
| | NAZIV MATERIJALA | | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | toplo valjani čelik St 37.2 DIN 1017 | | 25x5x600 | | | 0.62 | | 0.58 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ISJECANJE GOTOVOG OBLIKA | | | 1 | ARS 125 | OKV-301 | N1 | 2,00 | 0,003060 |
| 20 | CINČANJE GALVANSKO | | | | | | | | |
| 30 | KONTROLA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 10 | POJEDINAČAN RAD ; UPRAVLJANJE PAPUČOM | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 10 | 1000 KOM/PALETU | | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARUČ. KOLIČINE | | | | | | | | |
| 30 | GALVANSKO CINČANJE ; 6 μm ; PLAVA PASIVIZACIJA ; KONTROLA VIZUALNO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 | | | | | | | | | |
| TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ | | | | | | | | | |
| SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | | |

Tabela 9.2.1. Tehnološka lista za Poz. 1

| | | | | | | | | |
|---|---|------------------|----------|--------|---------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 2 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | | CRTEŽ | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | DUGA POLUGA | | | | | 69-119-002 | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | toplo valjani čelik St 37.2 DIN 1017 | 25x5x460 | | | 0.48 | | 0.44 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ISJECANJE GOTOVOG OBLIKA | | 1 | EP 100 | OKV-301 | N1 | 0,50 | 0,001620 |
| 20 | CINČANJE GALVANSKO | | | | | | | |
| 30 | KONTROLA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | POJEDINAČAN RAD ; UPRAVLJANJE PAPUČOM | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | 1200 KOM/PALETU | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARUČ. KOLIČINE | | | | | | | |
| 30 | GALVANSKO CINČANJE ; 6 µm ; PLAVA PASIVIZACIJA ; KONTROLA VIZUALNO | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.2. Tehnološka lista za Poz. 2

| | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|----------|--------|---------|------------------|----------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | | |
| | | 60 000 | | | | | | | |
| 3 | PROIZVOD | | POZICIJA | | | | CRTEŽ | | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | | KRATKA POLUGA | | | | 69-119-003 | | |
| | NAZIV MATERIJALA | | SIROVE DIMENZJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | toplo valjani čelik St 37.2 DIN 1017 | | 25x5x180 | | | 0.19 | | 0.16 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ISJECANJE GOTOVOG OBLIKA | | | 1 | EP 100 | OKV-272 | O2 | 0,50 | 0,001320 |
| 20 | CINČANJE GALVANSKO V.U. | | | | | | | | |
| 30 | KONTROLA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 10 | POJEDINAČAN RAD ; UPRAVLJANJE PAPUČOM | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 10 | 1500 KOM/PALETU | | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARŠČENE KOLIČINE | | | | | | | | |
| 30 | GALVANSKO CINČANJE ; 6 µm ; PLAVA PASIVIZACIJA ; KONTROLA VIZUALNO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.7.2018. | | | | | | | | | |

Tabela 9.2.3. Tehnološka lista za Poz. 3

| | | | | | | | | |
|---|---|------------------|----------|---------|---------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 15 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | CRTEŽ | | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | KUTNIK DONJI | | | | 69-119-015 | | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | toplo valjani čelik St 37.2 DIN 1017 | 93x2.5x752 | | | 0.16 | | 0.155 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ISJEKANJE GOTOVOG OBLIKA | | 1 | ARS 125 | OKV-325 | N1 | 2,00 | 0,003060 |
| 20 | SAVIJANJE | | 1 | EP 100 | OKV-301 | N1 | 2,00 | 0,001620 |
| 30 | CINČANJE GALVANSKO | | | | | | | |
| 40 | KONTROLA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | POJEDINAČAN RAD ; UPRAVLJANJE PAPUČOM | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | 800 KOM/PALETA | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARUČ. KOLIČINE | | | | | | | |
| 30 | GALVANSKO CINČANJE ; 6 µm ; PLAVA PASIVIZACIJA ; KONTROLA VIZUALNO | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.4. Tehnološka lista za Poz. 15

| | | | | | | | | |
|---|---|------------------|----------|---------|---------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 18 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | | CRTEŽ | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | KUTNIK GORNJI | | | | | 69-119-018 | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | toplo valjani čelik St 37.2 DIN 1017 | 95x2.5x752 | | | 0.18 | | 0.172 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ISJECANJE GOTOVOG OBLIKA | | 1 | ARS 125 | OKV-325 | N1 | 2,00 | 0,003060 |
| 20 | SAVIJANJE | | 1 | EP 100 | OKV-301 | N1 | 2,00 | 0,001620 |
| 30 | CINČANJE GALVANSKO | | | | | | | |
| 40 | KONTROLA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | POJEDINAČAN RAD ; UPRAVLJANJE PAPUČOM | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | 800 KOM/PALETA | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARUČ. KOLIČINE | | | | | | | |
| 30 | GALVANSKO CINČANJE ; 6 µm ; PLAVA PASIVIZACIJA ; KONTROLA VIZUALNO | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.5. Tehnološka lista za Poz. 18

| | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------|------------|-------|--------|------------|---------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 24 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | | CRTEŽ | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | TLAČNA OPRUGA | | | | | 69-119-025 | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | čelična žica za opruge EN 10270-1 SM | Ø 1.5 x 320 mm | | | 0,0045 | | 0,0044 | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | MOTANJE | 32077 | BTS-400 | | | | 2,50 | 0,000360 |
| 20 | BRUŠENJE | 32081 | FMS-5 | | | | 1,00 | 0,001120 |
| 30 | TERMIČKA OBRADA | 32083 | BDL-40 | | | | | |
| 40 | KONTROLA | 30109 | N | | | | | |
| 50 | PAKIRANJE | 32087 | LINPAK | | | | | |
| TEHNIČKI PODACI | | | | | | | | |
| <div>NAVOJA UKUPNO21,5</div> <div>NAVOJA RADNIH20</div> <div>SLOBODNA DUŽINA45mm</div> <div>PROMJER VANJSKI6,2mm</div> <div>SMJER NAVOJADESNI</div> | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/2,5 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.6. Tehnološka lista za Poz. 24

| | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|----------|-------|--------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 102 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | | CRTEŽ | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | KUTNIK DONJI - POSKLOP | | | | | 69-119-102 | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | | | | | | | | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ZAVARIVANJE MIG-MAG ROBOT | | 1 | SRV-6 | | | 2,00 | 0,001176 |
| 20 | ROTACIONO ZAKIVANJE | | 1 | DN-3 | | | 2,00 | 0,002940 |
| 30 | MONTAŽA MEH. ZADRŽ. | | 1 | | | | 2,00 | 0,033000 |
| 40 | MONTAŽA AMORTIZERA | | 1 | | | | 2,00 | 0,033000 |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | PROGRAM BR. S.P.P. C 750 69-119-102 | | | | | | | |
| 20 | 800 KOM/PALETA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | ŠABLONA ISTA NA OBJE STRANE STOLA ZA VRIJEME ZAVARIVANJA SKLOPA UNUTAR SRV-6 SLAGANJE POZICIJA U ŠABLONU NA STRANI STOLA VAN DOHVATA ROBOTSKE RUKE | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA ZAVARA KIDANJEM U ŠKRIPCU NA POČETKU SERIJE ; SVAKI 500-ti KOMAD | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2011. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.7. Tehnološka lista za Poz. 102

| | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|----------|-------|--------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 103 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | CRTEŽ | | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | KUTNIK GORNJI - POSKLOP | | | | 69-119-103 | | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | | | | | | | | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ROTACIONO ZAKIVANJE | | 1 | DN-3 | | | 2,00 | 0,002940 |
| 20 | KONTROLA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | 800 KOM/PALETU | | | | | | | |
| 20 | KONTROLA POMIČNIM MJERILOM. SAMOKONTROLA SVAKI 15% OD NARUČ. KOLIČINE | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2011. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.8. Tehnološka lista za Poz. 103

| | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------|-------|--------|------------|------------------|----------|
| RADNI NALOG | | PLANIRNO KOMADA | | | ROK | | TEHNOLOŠKA LISTA | |
| | | 60 000 | | | | | | |
| 101 | PROIZVOD | POZICIJA | | | | | CRTEŽ | |
| | MEHANIZAM AK-LIFT-H | MEHANIZAM AK-LIFT -H - LIJEVI | | | | | 69-119-101 | |
| | NAZIV MATERIJALA | SIROVE DIMENZIJE | | | Kg/kom | Uk.kg. | Neto/kom | |
| | | | | | | | | |
| R.B. | NAZIV RADNE OPERACIJE | RAD. MJ. | BR. RAD. | STROJ | ALAT | ADRESA AL. | T-pz | Ti/kom |
| 10 | ROTACIONO ZAKIVANJE | | 1 | DN-3 | | | 2,00 | 0,002940 |
| 20 | MONTAŽA PLIN. CILINDRA | | 1 | | | | 2,00 | 0,033300 |
| 30 | KONTROLA I POPRAVAK | | 1 | | | | | 0,003640 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| REŽIMI RADA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NAPOMENE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 10 | SPOJEVE ZAKOVATI DA SU OKRETNI BEZ ZACVIKAVANJA I ZARIBAVANJA | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 30 | KONTROLA KUTA POMOĆU KUTOMJERA VIZUALNO-SVJETLA UJEDNAČENA POVRŠINA ; NE SMIJE IMATI OŠTEĆENJA , OGREBOTINE, DEFORMIRANE POLUGE | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TEHNOLOGOJA KONTROLE : ISO HRN 2859-1 Tablica III-A/1 TEHNOLOG : A. KANEŠIĆ SPREMLJENO DANA : 5.5.2018. | | | | | | | | |

Tabela 9.2.9. Tehnološka lista za Poz. 101

9.3. Prilog 3 Slike i tabela ispitivanja plinske opruge 900 N $\phi 22 \times 385$ mm



Slika 9.3.1. Stroj za testiranje sila i trajnosti plinskih opruga

9.4. Prilog 4 Slike i tabele ispitivanja zakovica i zakovanih spojeva

01.02.2018.

TESTIRANJE ZAKOVANIH ZGLOBOVA BR.

12/2018

| | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Cilj testa: | | Ustanovljenje nosivosti, kliznih karakteristika, otpornosti na habanje, tihosti i vijeka trajanja zakovanih zglobova mehanizama | | | | | | |
| Testirani zglobova: | br. | Ukupno opterećenje | Opterećenje/zglob | Površ. Opter./ zglob | Specifičn opter. | Brzina | Testirano u ciklusa | Frekvencija cikl./min. |
| 4 | | 4200 N | 1050 N | 24 mm2 | 44 N/mm2 | 0,2 m/sek | 5000 | 10 |
| | | | | | | | | |
| RB | Zglob | Dimenzije i obrada zakovica | Gleitlager | Zakovica s provrtom zakovana čvrsto | Provrt zakovica okretna | Puna zakovana čvrsto | Puna zakovana okretno | Rezultat |
| 1 | 1 | Ø8 St+ Gal. Zn | Bez | 8,02-8,1 | 8,1-8,15 | 8,02-8,1 | 7,95-7,97 | Prihvatljivo |
| 2 | 2 | Ø8 St+ Gal. Zn | Bez | 8,01-8,1 | 8,15-8,2 | 8,0-8,1 | 7,9-8,0 | Prihvatljivo |
| 3 | 3 | Ø8St+ Cherar. | Bez | 8,02-80,9 | 8,09-8,3 | 8,02-8,14 | 7,17-8,05 | Loše |
| 4 | 4 | Ø8St+ Cherar. | Bez | 7,9-8,04 | 8,09-8,15 | 8,0-8,16 | 7,33-8,03 | Loše |
| | | | | | | | | |
| - nakon testa- Provrti donji- Spojeno odstožnim vijcima Ø10/M8: | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | | 9,8/10 | 10,1/10,5 | 10,14/10,5 | 10,15/10,46 |

Test poluge: St 37-2, Presjek 20 x 3 mm

Cherardizirana površina: Hrapava struktura, tvrda površina.

Zaključci:

Zakovice bez Gleitlagera pocinčane, mogu se koristiti i za zglobove sa velikim opterećenjima (zglobove preko kojih se direktno podiže opterećeno sjedalo ili naslon), kod spojeva s malim životnim vijekom (do 5000 ciklusa).uz dopuštenu pojavu željezne prašine

Zakovice sa malim opterećenjima zgloba (do 20 N/ mm²), ili one koje služe samo u zglobovima za "premještanje" položaja, bez tereta mogu se koristiti bez Gleitlagera.

Galvanski pocinčane zakovice su trajnije od Cherardiziranih sa otvrdnutom površinom. (hrapava struktura površine izaziva efekt turpije kao i veće odlamanje čestica na površini zakovice. Više i krupnije željezne prašine).

Test postavio i nadzirao:

KANEŠIĆ A.

Slika 9.4.1. Tabelarni prikaz testiranja trajnost, nosivosti i kliznih karakteristika zakovica – test 12/2108

01.02.2018

TESTIRANJE ZAKOVANIH ZGLOBOVA BR.

23/2018

| | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Cilj testa: | | Ustanovljenje nosivosti, kliznih karakteristika, otpornosti na habanje, tihosti i vijeka trajanja zakovanih zglobova mehanizama | | | | | | |
| Testirani br. zglobova: | | Ukupno opterećenje | Opterećenje/zglob | Površ. Opter./ zglob | Specifičn opter. | Brzina | Testirano u ciklusa | Frekvencija cikl./min. |
| 2 | | 4200 N | 2100 N | 24 mm2 | 88 N/mm2 | 0,2 m/sek | 10000 | 10 |
| | | | | | | | | |
| RB | Zglob | Dimenzije i obrada zakovica | Gleitlager | Provrt zakovica čvrsto | Provrt zakovica okretna | Zakovica puna zakovana čvrsto | Zakovica puna okretni dio | Rezultat |
| | | | | | | | | |
| 1 | 1 | Tok. Ø12/Ø10 | GGB BB 1209 DU | | | 12,09-12,19 | 12,09-12,17 | Prihvatljivo |
| | | | | | | | | |
| 4 | 4 | Tok. Ø12/Ø10 | GGB BB 1209 DU | | | 12,02-12,03 | 12,02-12,05 | Prihvatljivo |
| | | | | | | | | |
| - nakon testa- Provrti donji- Spojeno odstoynim vijcima Ø10/M8: | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | | 10,2 | | | 10,46 |

Test poluge: St 37-2, Presjek 20x 3 mm

Cherardizirana površina: Nema. Gleitlageri GGB DU 1214 09

Zaključci:

Zakovice grubo tokarene, pa je sastrugalo dio obloge, ali ostalo funkcionalno.

Uvjeti testiranja u pogledu frekvencije rada višestruko teži od uvjeta u stvarnoj eksploataciji.

Jeftiniji Gleitlageri (osnovna poledina čelik pocinčani umjesto bronce), nanos kliznog sloja nije potpuno skinut i ostao kao mneđusloj do kraja testa. Problem eventualne korozije ne postoji, jer mehanizami radi u sobnoj atmosferi.

Može se primjeniti i na najopterećenije donje zglobove AH sklopa.

Test postavio i nadzirao: KANEŠIĆ A.

Slika 9.4.2. Tabelarni prikaz testiranja trajnosti i nosivosti zakovica u kliznom ležaju – test 23/2018



Slika 9.4.3. Naprava za testiranje zakovica i zakovanih spojeva



Slika 9.4.4. Primjer pune zakovice i pobakrenog kliznog ležaja korištenog na testu

9.5. Prilog 5 Strojevi potrebni za realizaciju mehanizma



Slika 9.5.1. Paletni robot za zavarivanje



Slika 9.5.2. Linija za štancanje sa prešom od 160 tona



Slika 9.5.3. Linija za štancanje sa prešom 200 tona



Karakteristike stroja za zakivanje :

Snaga el. Motora : 0,75 kW

Broj okretaja : 1400 min

Radni tlak : 6 bar

Hod pinole : 200 mm – max

Sila zakivanja : 20 kN

Upravljanje : pneumatsko

Okidanje : nogom

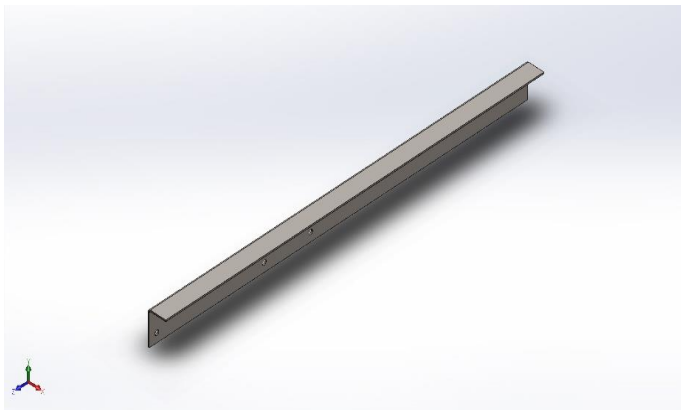
Slika 9.5.4. Univerzalni rotacioni stroj za zakivanje



Slika 9.5.5. Univerzalni alat za savijanje pozicija

9.6. Prilog 6 Dinamička analiza naprezanja i pomaka nosača (kutnik gornji)

Simulation of Linear dynamic analysis



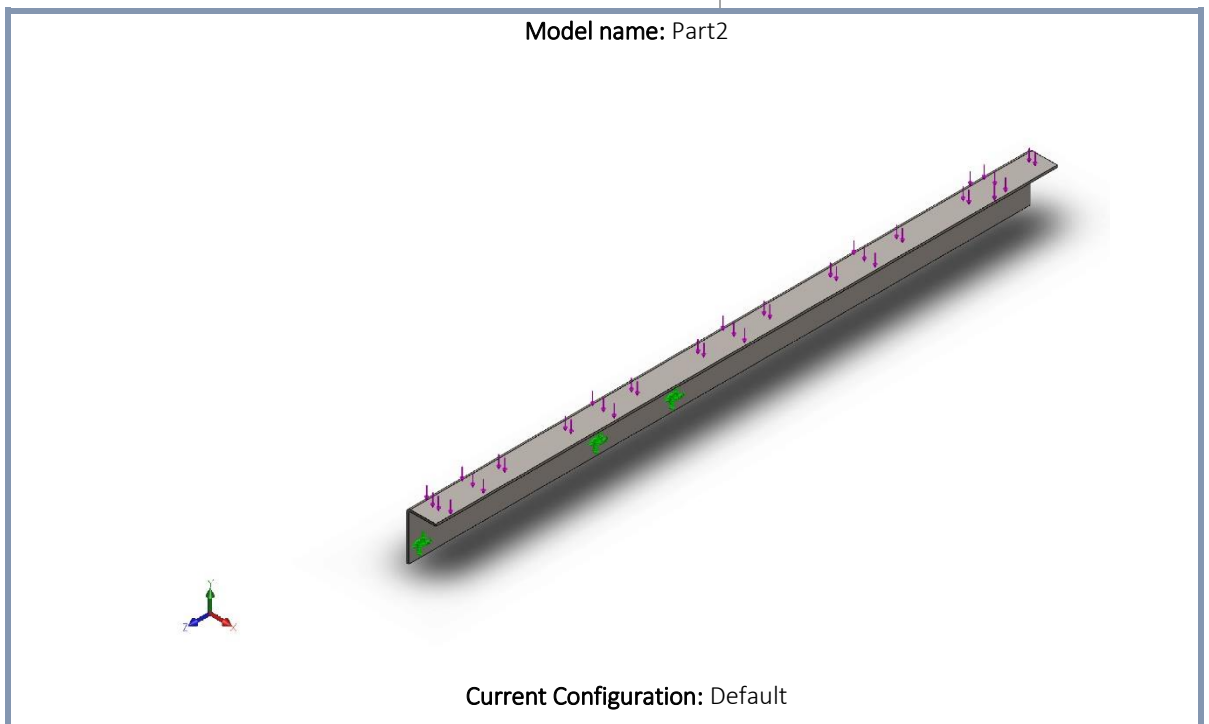
Date:1.5.2018.

Designer: Solidworks

Study name: Dynamic 1


Analysis type: Linear dynamic analysis
(Modal Time History)

Model name: Part2



Current Configuration: Default

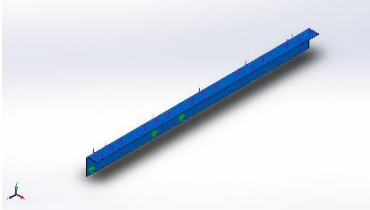
Solid Bodies

| Document Name and Reference | Treated As | Volumetric Properties | Document Path/Date Modified |
|---|------------|---|-----------------------------|
| Cut-Extrude1  | Solid Body | Mass:1.31867 kg Volume:0.000166499 m ³ Density:7920 kg/m ³ Weight:12.923 N | |

Study Properties

| | |
|---|---|
| Study name | Dynamic 1 |
| Analysis type | Linear dynamic analysis (Modal Time History) |
| Mesh type | Solid Mesh |
| Number of frequencies | 15 |
| Solver type | FFEPlus |
| Soft Spring: | Off |
| Incompatible bonding options | Automatic |
| Thermal option | Include temperature loads |
| Zero strain temperature | 298 Kelvin |
| Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation | Off |
| Start time | 0 Seconds |
| End time | 1 Seconds |
| Time increment | 0.01 Seconds |
| Dead Load Effects | Off |
| Result folder | SOLIDWORKS document (c:\users\anelko~1\appdata\local\temp) |
| Unit system: | SI (MKS) |
| Length/Displacement | mm |
| Temperature | Kelvin |
| Angular velocity | Rad/sec |
| Pressure/Stress | N/mm ² (MPa) |

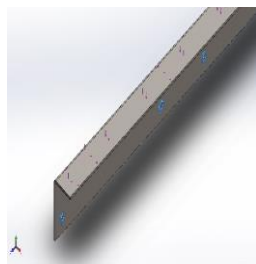
Material Properties

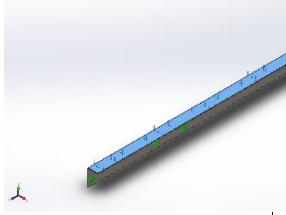
| Model Reference | Properties | Components |
|---|--|--|
|  | Name: St-37.2 Model type: LinearElastic Isotropic Default failure criterion: Max vonMises Stress Yield strength: 275 N/mm ² Tensile strength: 620 N/mm ² Elastic modulus: 201000 N/mm ² Poisson's ratio: 0.31 Mass density: 7.9 g/cm ³ Shear modulus: 77000 N/mm ² Thermal expansion coefficient: 1.65e-005 /Kelvin | SolidBody 1 (Cut-Extrude1) (Part2) |
| | Curve Data:N/A | |

□

□

Loads and Fixtures

| Fixtu re name | Fixture Image | Fixture Details | | | |
|-------------------------|---|---|---------|----------|-----------|
| Fixe d-1 |  | Entities: 3 edge(s) Type: Fixed Geometry | | | |
| Resultant Forces | | | | | |
| Components | | X | Y | Z | Resultant |
| Reaction force(N) | | 0.237882 | 3.40423 | 0.094832 | 3.41385 |
| Reaction Moment(N.m) | | 0 | 0 | 0 | 0 |

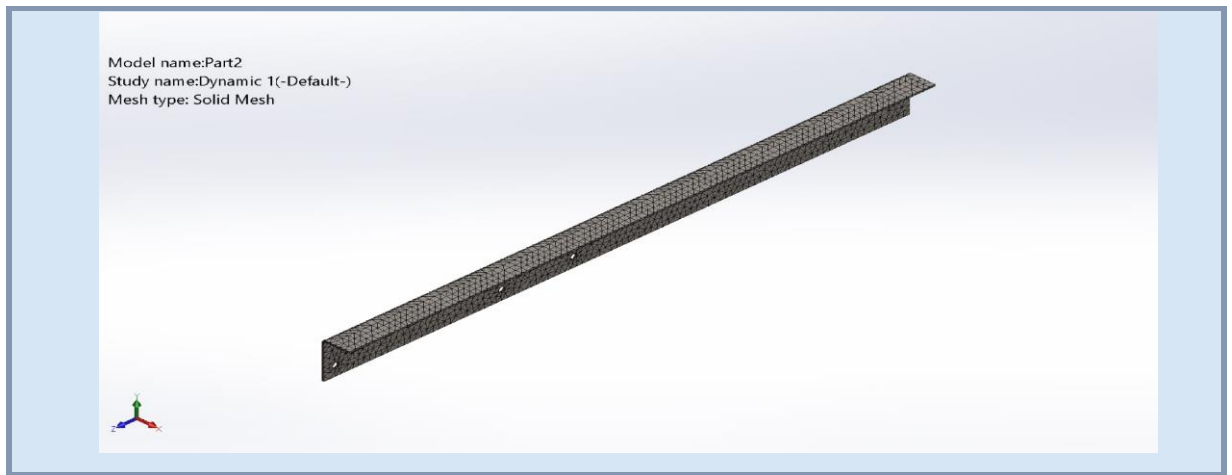
| Load name | Load Image | Load Details |
|-----------|---|--|
| Force-2 |  | Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 400 N |

□ Mesh information

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Mesh type | Solid Mesh |
| Mesher Used: | Standard mesh |
| Automatic Transition: | Off |
| Include Mesh Auto Loops: | Off |
| Jacobian points | 4 Points |
| Element Size | 7.42055 mm |
| Tolerance | 0.371028 mm |
| Mesh Quality Plot | High |

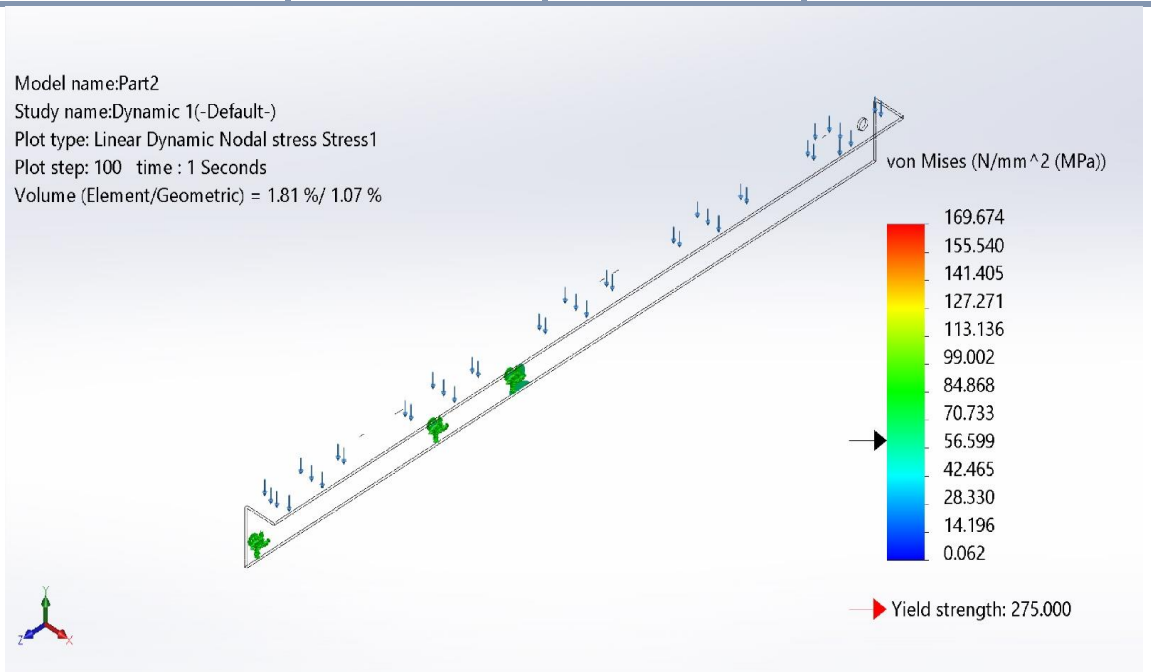
□ Mesh information - Details

| | |
|--|----------|
| Total Nodes | 16105 |
| Total Elements | 7734 |
| Maximum Aspect Ratio | 13.466 |
| % of elements with Aspect Ratio < 3 | 16.8 |
| % of elements with Aspect Ratio > 10 | 0.116 |
| % of distorted elements(Jacobian) | 0 |
| Time to complete mesh(hh:mm:ss): | 00:00:02 |
| Computer name: | |

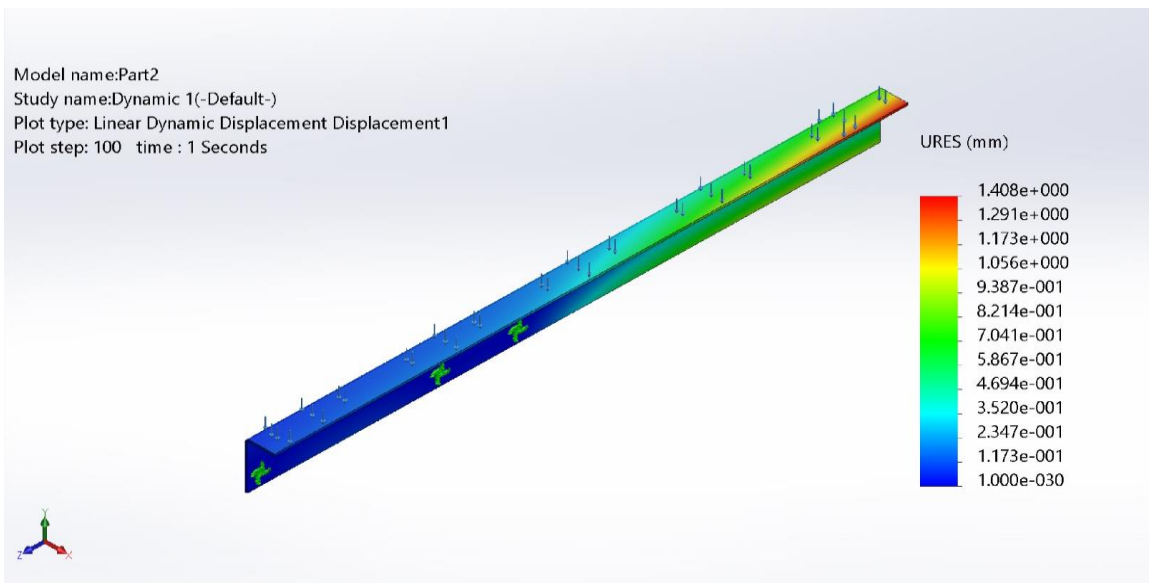


Study Results

| Name | Type | Min | Max |
|---------|--|---|--|
| Stress1 | VON: von Mises Stress at Step No: 100(1 Seconds) | 0.06 N/mm ² (MPa) Node: 15809 | 169.674 N/mm ² (MPa) Node: 15930 |



| Name | Type | Min | Max |
|---------------|---|-------------------------|----------------------------|
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement at Step No: 100(1 Seconds) | 0.000e+000mm Node: 5 | 1.408e+000mm Node: 1511 |



Part2-Dynamic 1-Displacement-Displacement1

Mass Participation (Normalized)

| Mode Number | Frequency(Hertz) | X direction | Y direction | Z direction |
|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 64.169 | 0.413 | 0.0025177 | 0.00011307 |
| 2 | 113.5 | 0.0059306 | 0.088594 | 8.0036e-005 |
| 3 | 216.65 | 0.046414 | 0.22094 | 0.001349 |
| 4 | 283.53 | 0.12238 | 0.017565 | 0.00012431 |
| 5 | 306.44 | 0.13991 | 0.048393 | 0.00081925 |
| 6 | 470.07 | 0.10495 | 0.0016077 | 2.0794e-005 |
| 7 | 496.91 | 0.033957 | 0.023205 | 0.00043265 |
| 8 | 546.28 | 0.00021017 | 0.029897 | 0.00063793 |

| | | | | |
|----|--------|-----------------|--------------------|---------------------|
| 9 | 759.63 | 0.0063955 | 0.0010597 | 0.00013085 |
| 10 | 857.63 | 1.2387e-005 | 0.014134 | 0.0027554 |
| 11 | 1050 | 0.0053966 | 0.00090417 | 7.942e-005 |
| 12 | 1054.4 | 1.9387e-005 | 0.0016235 | 0.0011864 |
| 13 | 1276.1 | 0.026133 | 0.1072 | 0.00083781 |
| 14 | 1339.8 | 0.0007509 | 0.010225 | 0.00055059 |
| 15 | 1377 | 0.0094177 | 0.012765 | 0.00090739 |
| | | Sum X = 0.91488 | Sum Y = 0.58063 | Sum Z = 0.010025 |